الخريطة الكنتورية

قراءة وتحليل

الدكتور

محمد صبرى محسوب سليم

أستاذ الجغرافيا الطبيعة

بجامعة القاهرة

الدكتور

أحمد البدوى محمد الشريعى

أستاذ مساعد الخرائط

بجامعة الزقازيق

الطبعة الأولى

١٤١٦هـ / ١٩٩٦

ملتزم الطبع والنشر

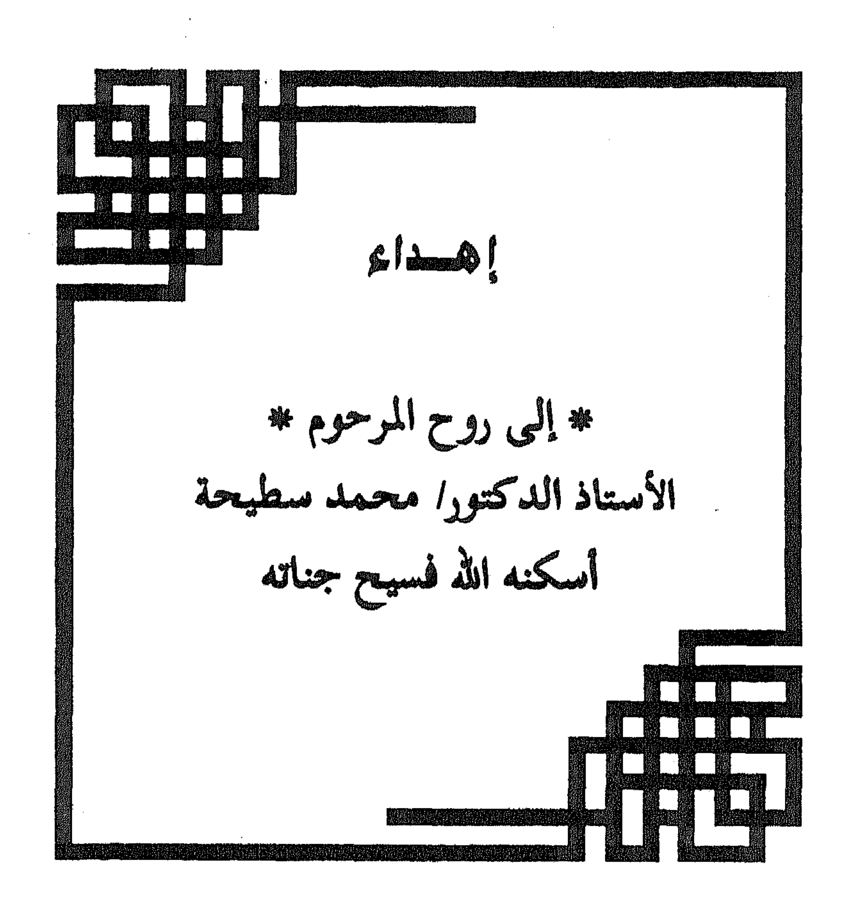
دار الفكر العربى

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر

ت : ٢٦٣٨٦٨٤ - فاكس : ٢٦١٩٠٤٩

٩١٢ محمد صبرى محسوب سليم.
م ح خ ر الخريطة الكنتورية : قراءة وتحليل/ محمد صبرى محسوب سليم، أحمد البدوى محمد الشريعى. ـ القاهرة : دار الفكر العربى، ١٩٩٦.
٣٩٢ ص : إيض ؛ ٢٤ سم.
ببليوجرافية : ص ٣٨٣ ـ ٣٨٤.
تدمك : ٥ ـ ٠٧٧٨ ـ ١٠ ـ ٩٧٧.
١ ـ الخرائط، قراءة. ٢ ـ الجيمورفولوجيا. ٣ ـ الجغرافيا الطبيعية. أ ـ أحمد البدوى محمد الشريعى، مؤلف مشارك. ب ـ العنوان.

بسم الله الرحمن الرحيم



المحتويات

المقدمة

يتناول هذا الكتاب المعنون «بالخريطة الكنتورية قراءة وتحليل» أشكال سطح الأرض الرئيسية - التى تمثلها الخريطة الكنتورية - بالمعالجة التحليلية المتعمقة معتمدا فى ذلك على أمثلة واقعية من مناطق مختلفة من مصر والعالم، تمثل انعكاسا للحركات التكتونية وعمليات التجوية والتعرية المختلفة التى تعرض لها سطح الأرض.

ومن ثم فإن الكتاب بما يحتويه من قراءة وتحليل للخريطة الكنتورية يهدف فى المقام الأول إلى تزويد طالب الجغرافيا والخرائط بكل ما يحتاجه من معلومات جيومورفولوجية وكارتوجرافية مبنية على الفهم السليم لما تحتوية الخريطة الكنتورية من بيانات وتمثيل جيد للأشكال الأرضية.

ويحتوى الكتاب على ثلاثة عشر فصلاً تعالج كل ما يرتبط بالخريطة الكنتورية من حيث مفهومها وإنشائها وقراءاتها وتحليلها كارتوجرافيا وكميا إلى

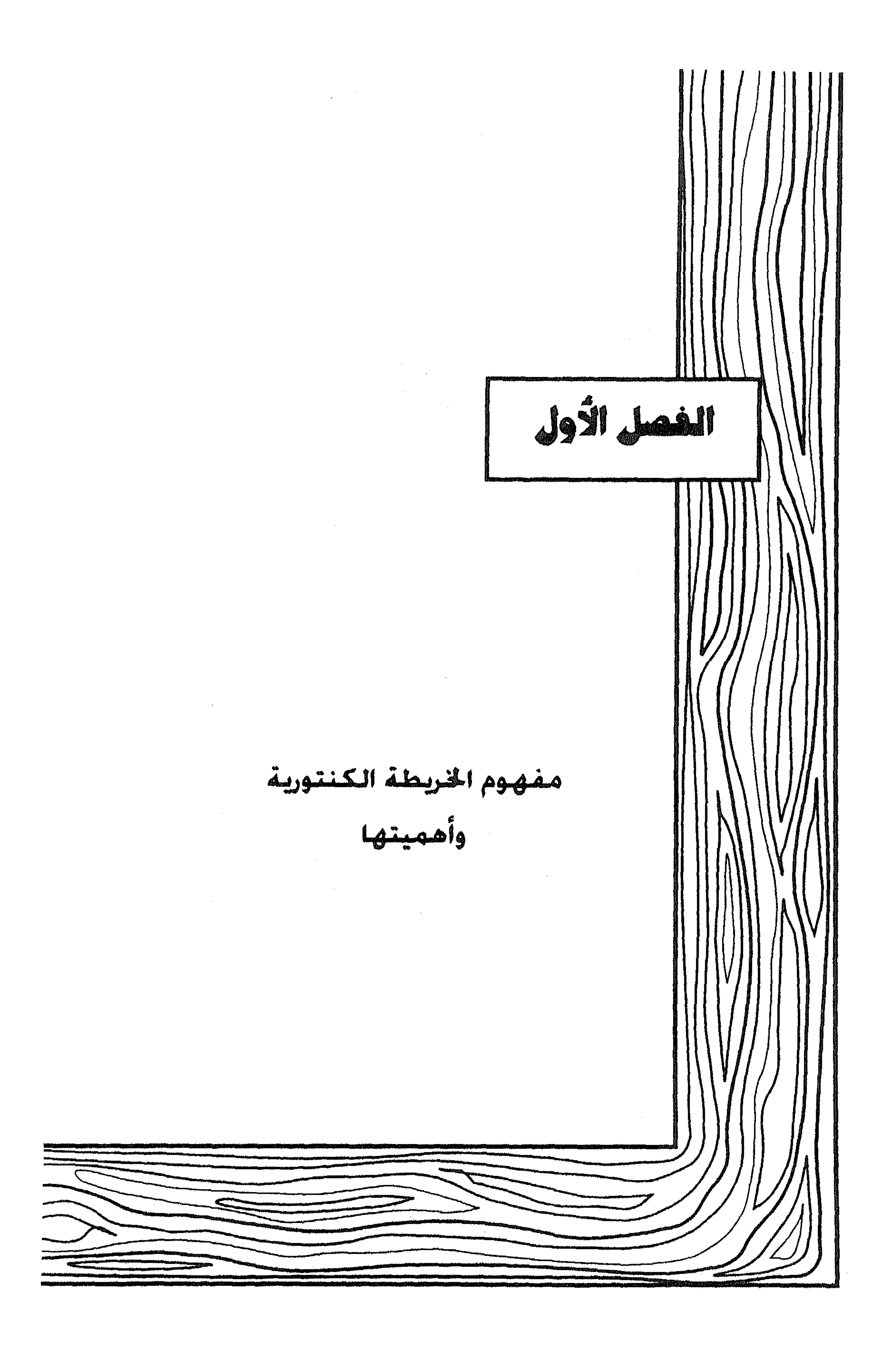
جانب إبراز أهميتها فى الجوانب التطبيقية المختلفة، قام المؤلف الأول بكتابة سبعه فصول منها تتمثل فى الفصل الثالث حتى الفصل الثامن ثم الفصل الحادى عشر، وقام المؤلف الثانى بكتابة ستة فصول تتمثل فى الأول والثانى والتاسع والعاشر والثانى عشر والثالث عشر.

وقد أضاف المؤلفان فى آخر الكتاب عدداً من التمرينات عبارة عن مجموعة من الخرائط الكنتورية لكل واحدة منها مجموعة من الأسئلة وذلك لتدريب الطالب ومساعدته على تفهم ما يشتمل عليه الكتاب من معلومات.

ويأمل المؤلفان أن يكون هذا الجهد العلمى إضافة مفيدة لطلاب الجغرافيا والخرائط.

والله ولى التوفيق

المؤلفان



الفصل الأول

مفهوم الخريطة الكنتورية وأهميتها

إن المعرفة الجغرافية مع الحاجة إليها - كائنة منذ القدم ولذلك كانت أسبق من معظم المعارف الأخرى [1] ولعل هذا يؤكد قدم مصادر المعرفة الجغرافية وإن كانت لم تأخذ بعد حتى مجرد الشكل المكتوب بلغة قديمة معروفة، وهذا يعنى أن المعرفة الجغرافية قديمة قدم الإنسان نفسه، وقد بدأ فى اكتسابها يوم أن خطا خطواته الأولى على سطح هذا الكوكب ساعياً وراء متطلبات وجوده من مشرب ومأكل.

وما من شك فى أن المعرفة الجغرافية بدأت مع كيفية تحديد مكان الشيء إذ أن التعرف على المكان ضرورة هامة للمحافظة على الحياة، وهذا يجعلنا نجزم بأن نوعاً من الفكر الجغرافى المدون فى شكل رسوم أو نقوش (بدايات الخرائط) قد نشأ مع الإنسان منذ أن تحرك وتجول على سطح الأرض.

وعلى الرغم من أن الكتابة - حروفاً كانت أو أرقاماً - هى أبرز وسائل الاتصال الفكرى والعلمى بين البشر إلا أن الرسم التخطيطى - الخرائطى - يعد أسلوبا رمزياً ومختزلا ومميزا فى نقل المعلومات والحقائق بصورة واقعية مباشرة وقد أثبتت الدراسات التاريخية أن كثيرا من المجتمعات التى لم تعرف الكتابة عبرت عن بيئتها وعلاقاتها المكانية فى شكل رسومات تخطيطية يمكن اعتبارها خرائطية وهذا يعنى أن الحضارات القديمة والوسيطة عرفت الاستخدام التطبيقى للخرائط.

---

(١) يرى جورج تتنهام George tatham أن أقدم ما دونه الإنسان عن العالم الطبيعى حوله يتمثل فى نمط الملاحظات والتأملات الجغرافية ولا يمكن لأى علم أن يدعى عمراً يضرب فى أعماق الماضى أطول من الجغرافيا راجع

- Griffth taylor, Geography in the twentieth cantury, London, 1960, P. 28

تعريف الخريطة الكنتورية:

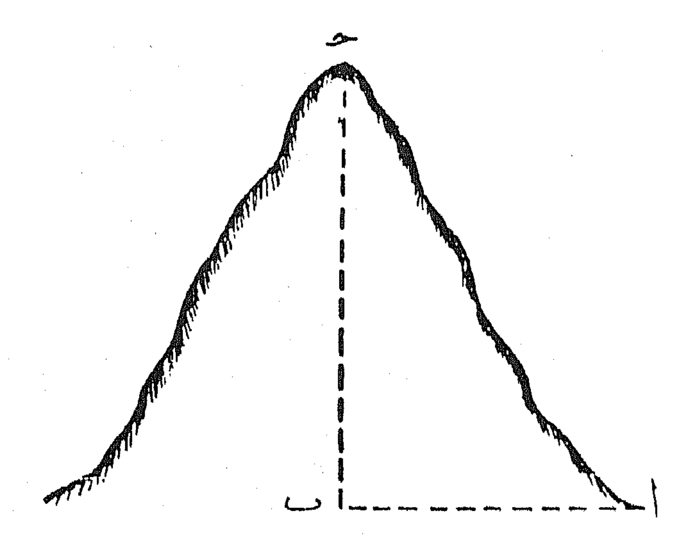
الخريطة الكنتورية هى الوسيلة الإيضاحية الأولى لسطح الأرض باختلاف مظاهره، وهى تسهم وبشكل مباشر فى تحديد شخصيات الأقاليم الجيمومورفولوجية بل وتتنبأ بالإمكانات الطبيعية لهذه الأقاليم، وبالإضافة إلى ذلك فالخريطة الكنتورية تعد المدخل الجيد والفرشة المناسبة للتعرف على طبيعة سطح الأرض الذى يعد المسرح الذى يمارس الإنسان عليه نشاطه فى الأقاليم الجغرافية المختلفة.

والخريطة الكنتورية هى الخريطة التى توضح مناسيب سطح الأرض المختلفة ويمكن بواسطتها دراسة الانحدارات، ويمكن القول أن التقدم الذى أحرزه علم الجيمومورفولوجيا فى بلدان العالم، جاء معتمدا على عمليات الرفع الكنتورى لمناطق مختلفة من العالم وتعتمد الخريطة الكنتورية فى تفسيرها على بعض الخرائط لعل أهمها الخرائط الجيولوجية والمناخية، فأشكال سطح الأرض ما هى إلا صورة صادقة للتفاعل بين القوى الخارجية والقوى الداخلية، كما أن الخريطة الكنتورية بدورها تعد مفتاحاً مناسباً لقراءة وتفسير خرائط أخرى هامة مثل خرائط التربة والمياه واستخدامات الأراضى والعمران والسكان.

وتعتبر الخريطة الكنتورية من أهم الخرائط التى يستخدمها الجغرافى وذلك لكونها تعد دليلاً وافيا وشارحاً لمظاهر سطح الأرض، وهى جزء من الخريطة الطبوغرافية التى توضح المظاهر التضاريسية Rilief Features والمظاهر الحضارية Cultural Features ولذلك فهى تحتل مركز الصدارة كإحدى أهم الأدوات التى تعتمد عليها وبشكل مباشر الدراسات الميدانية.

طرق تمثيل التضاريس على الخرائط:ـ

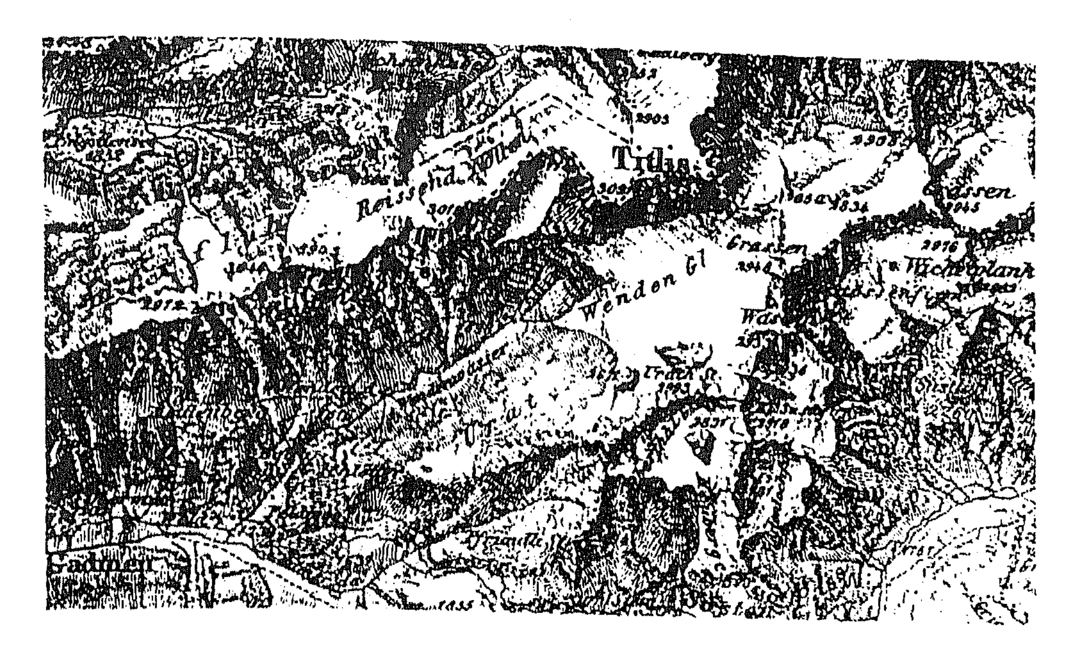
كانت هناك محاولات عديدة لتمثيل سطح الأرض على الخرائط من قبل الإنسان وقد كانت أولى المشاكل التى اعترضت هذه المحاولات هى مشكلة التضرس الموجود فى سطح الأرض، فهذه الارتفاعات والانخفاضات التى نراها فى الميدان لاتمثل على الخرائط الكنتورية إلا بمجرد ظلال أو مناسيب أو خطوط، ويكفى القول بأن المسافة الخطية بين نقطتين على الخريطة إحداهما ذات منسوب مرتفع والأخرى ذات منسوب منخفض أقصر من المسافة الفعلية بين نفس النقطتين فى الطبيعة ، انظر الشكل رقم (١).



شكل رقم (١) اختلاف القياس بين الخريطة والطبيعة

ومما لا شك فيه أن نقل تفاصيل مظاهر سطح الأرض المختلفة بأبعادها الثلاثة كان بمثابة العقبة الكؤود فى توضيح ذلك على الخرائط، وقد كانت هناك العديد من الطرق الخرائطية لتمثيل تضاريس سطح الأرض، وذلك بهدف إعطاء الإحساس بالتضاريس أكثر منه قياس ارتفاعات وانخفاضات محددة وتتمثل هذه الطرق فيما يلى:

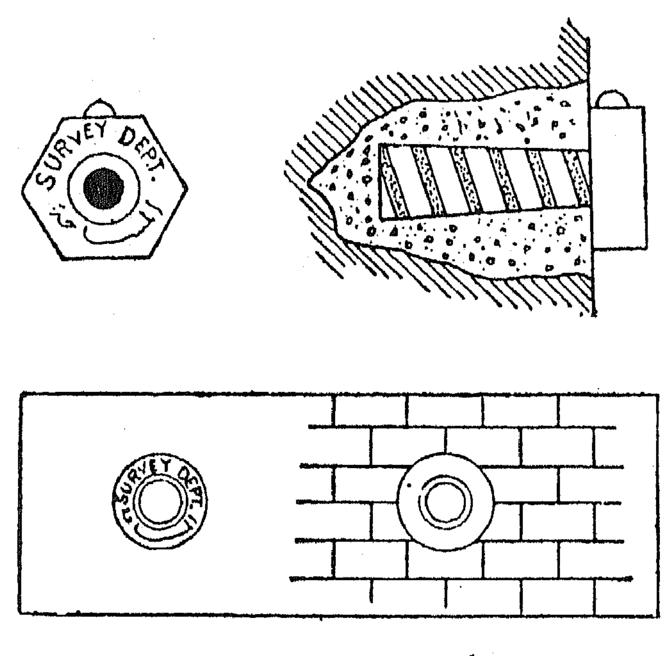
١ - **رسم المنظور:** - استخدمت هذه الطريقة لتوضيح بعض معالم سطح الأرض خاصة التلال والجبال والهضاب، وقد نجح مصمموا هذه الطريقة فى رسم المظهر التضاريسى بمسقط جانبى وفى نفس موقع الظاهرة ليدل بذلك على نمط وشكل هذه الظاهرة ولكن بصورة تقديرية ، وتتطلب استخدام هذه الطريقة عين فاحصة وقدرة على الرسم ونقل منظر الظاهرة من الطبيعة ووصفها على الورق، أى أنها تحتاج إلى حس فنى أكثر منها دقة قياس. ويمكن القول أنه حتى منتصف القرن الثامن عشر كانت الجبال تمثل على الخرائط برسم صفوف من التلال التصويرية كما هى موجودة فى الطبيعية ولعل هذا كان أمرا طبيعيا فى هذه الآونة، فنقط المناسيب لم تكن معروفة بدقة فى غياب أجهزة الرفع والرصد والتوقيع الدقيق والشكل رقم (٢) يوضح تمثيل مظاهر سطح الأرض بهذه الطرق.



شكل رقم (٢) تمثيل مظاهر سطح الأرض بالطرق التصويرية

٢- نقط المناسيب Spot - heights

إن التوزيع الجغرافى الرقمى على الخريطة بصفة عامة ذو دلالة كبيرة ومعنى واضح، حيث يمكن فهم المعلومات والوصول إلى التعميمات والنتائج[١] المطلوبة وإن كان هذا التوزيع لمجرد نقط تعبر لقارئها عن مدى ارتفاعها وانخفاضها عن سطح البحر، ونقطة المنسوب هى النقطة التى رُصد عندها البعد الرأسى عن متوسط سطح البحر M. S.L (كمستوى للمقارنه) الذى يحدد من قبل الدولة وبالتالى فهى تقوم بعمل الميزانيات الدقيقة للتعرف على مناسيب النقط المختلفة بأراضيها، ويثبت فوق هذه النقطة المعلومة المنسوب علامة حديدية تسمى «روبير» انظر الشكل رقم (٣) ليمكن الرجوع إلى هذه العلاقة لمعرفة منسوب هذه النقطة.



شكل رقم (٣) روبير مساحى

وفى الواقع فإن نقطة المنسوب تعد بحق التحديد الدقيق لارتفاع أو انخفاض سطح الأرض بالنسبة لمستوى سطح البحر، ولكن لا تعطى فكرة واضحة عن مدى التضرس وبالتالى لا يمكن

---

(١) نقطة المنسوب كظاهرة محددة داخل النظام التوزيعى ولها خاصيتان هما:

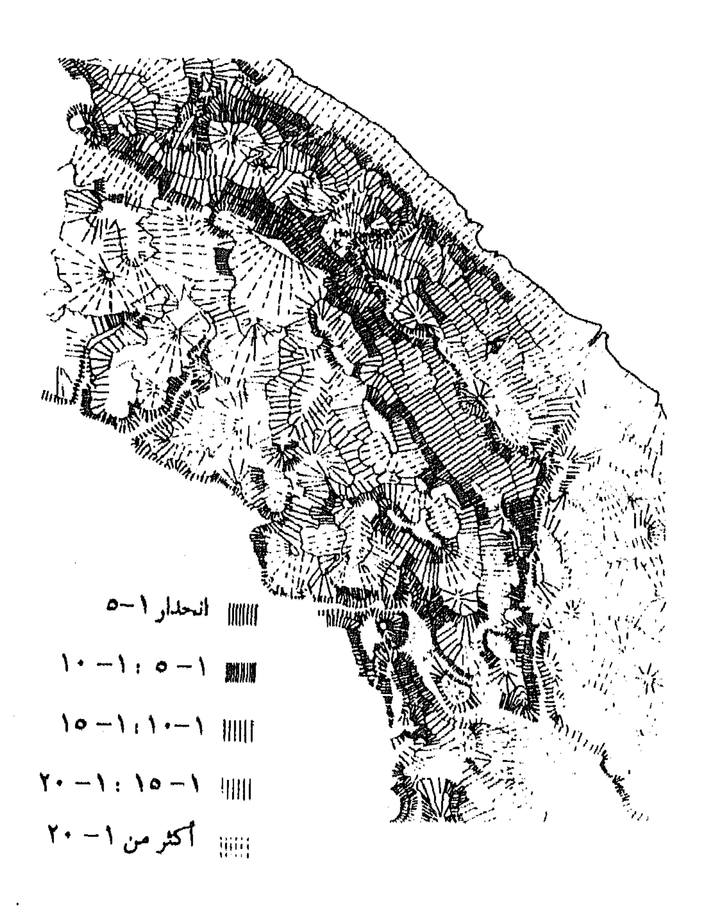
أ- قيمتها

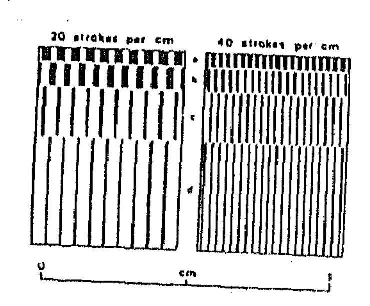
ب- نمط توزيعها ومن خلال هاتين الخاصتين يمكن تمثيل التضاريس بشكل مناسب.

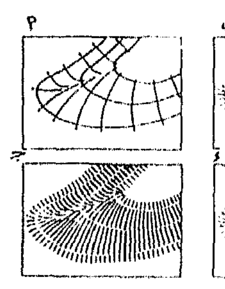
الاعتماد عليها بشكل نهائى فى تمثيل تضاريس سطح الأرض ولكن ننظر إليها على كونها ذات فائدة فى توضيح التضاريس مع أساليب كرتوجرافية أخرى.

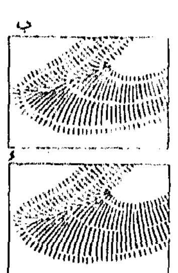
٣- **خطوط الهاشور-** يعود الفضل فى ابتكار هذا الأسلوب إلى ليمان J.G. Lehman (١٧٦٥ -١٨١١) الذى ابتكر طريقة لا تعتمد على الرمز والتخطيط أو الرسم والتصوير بل تعتمد على الظل فى تمثيل مظاهر سطح الأرض، واستند فى ذلك على بعض العمليات الرياضية والقياسية البسيطة لتوضيح الشكل العام للمظهر التضاريسى وقد صمم «ليمان» بعض الخرائط الحربية لكل من النرويج والسويد وإيطاليا واستخدم فى هذه الخرائط خطوط الهاشور لتمثيل مظاهرها التضاريسية.

ومحتوى أسلوب وطريقة الهاشور أنه يفترض أن ضوءً ما سقط على منطقة متضرسة من أعلى، فاتضح أن السطوح المستوية ستظهر باللون الأبيض، بينما السطوح المنحدرة ستبدو بلون قاتم، كما اتضح أيضا أن هناك علاقة طردية بين زاوية الانحدار ودرجة قتامة اللون، وقد اختار «ليمان» وحدة البوصة كوحدة مساحية على الخريطة ودون فى كل بوصة عدداً متساويا من خطوط الهاشور تزداد فى سمكها مع زيادة درجة الانحدار، وأخضع ليمان هذه الطريقة لبعض العمليات الرياضية البسيطة وأنشأ جدولاً ليوضح العلاقة بين درجة الانحدار وسمك خطوط الهاشور.









شكل رقم (٤) استخدام الهاشور فى تمثيل سطح الأرض

ومن الشكل رقم (٤) والذى يظهر نمطا للخريطة الهاشورية، يتضح أن هناك أنواعا مختلفة من خطوط الهاشور ويبدو الاختلاف واضحاً فى سمك هذه الخطوط وهذا ما يدل على تفاوت درجات الانحدار، ويتضح من مفتاح الخريطة أن عدد الخطوط فى الوحدة المساحية الواحدة متساوى، بينما يكون الاختلاف فى سمك هذه الخطوط، ومن هذا يتضح أنه يمكن الاعتماد على طريقة الهاشور باعتبارها أكثر الأساليب الكرتوجرافية نجاحاً فى كونها تظهر درجات انحدار سطح الأرض بشكل تجسيدى وتقريبى، وتظهر خطوط الهاشور على الخرائط ملونة بإحدى الألوان الثلاثة الأسود، البنى، الأرجوانى.

ومن عيوب هذه الطريقة قصورها فى تمثيل تضاريس سطح الأرض والتى تتمثل فى صعوبة تنفيذها وطغيان التظليل الكثيف على كثير من تفاصيل الخريطة بالإضافة إلى كونها لاتوضح الاختلاف بين مناسيب النقط، كما أنها لاتفرق بين السطوح المستوية المرتفعة وكذا السطوح المستوية المنخفضة فهى غير دقيقة مساحيًا، فهى تصويرية أكثر منها حسابية، إلا أنها لازالت تستخدم فى بعض أنواع الخرائط خاصة إذا كانت المنطقة التى تمثلها الخريطة لم يتم لها رفع مساحى دقيق، أو إذا كانت المنطقة قد رسمت لها خريطة كنتورية بمقياس رسم صغير بدرجة لاتسمح بزيادة خطوط الكنتور على نفس الخريطة، وذلك بسبب قلة الفاصل الكنتورى المستخدم فى تصميم الخريطة أو بسبب شدة وعورة المنطقة تضاريسيًا.

وعلى هذا فطريقة الهاشور لا تصلح بمفردها فى تمثيل تضاريس سطح الأرض بشكل جيد ولكن تستخدم إلى جانب طرق تمثيل أخرى.

٤- خطوط الهيئة:-

وتسمى أحيانًا خطوط الشكل Form Lines وهى خطوط كنتور تقريبية تقديرية وتظهر على الخرائط الطبوغرافية المصرية وخاصة فى المناطق غير المأهولة بالسكان والعمران، وقد رسمت على أسس تقديرية دون اعتماد على عمليات الرفع المساحى الدقيق، ومن ثم يتعامل معها مستخدم الخريطة بتحفظ، وترسم الخطوط متقطعة Broken تميزًا لها عن خطوط الكنتور بالخريطة.

٥- خطوط الكنتور: Contour Lines

وتسمى خطوط الارتفاعات المتساوية وتنتمى هذه الخطوط إلى تلك المجموعة الكبيرة من الرموز الخطية التى تستخدم بأنواع عديدة الخرائط وتسمى بخطوط التساوى Isolines.

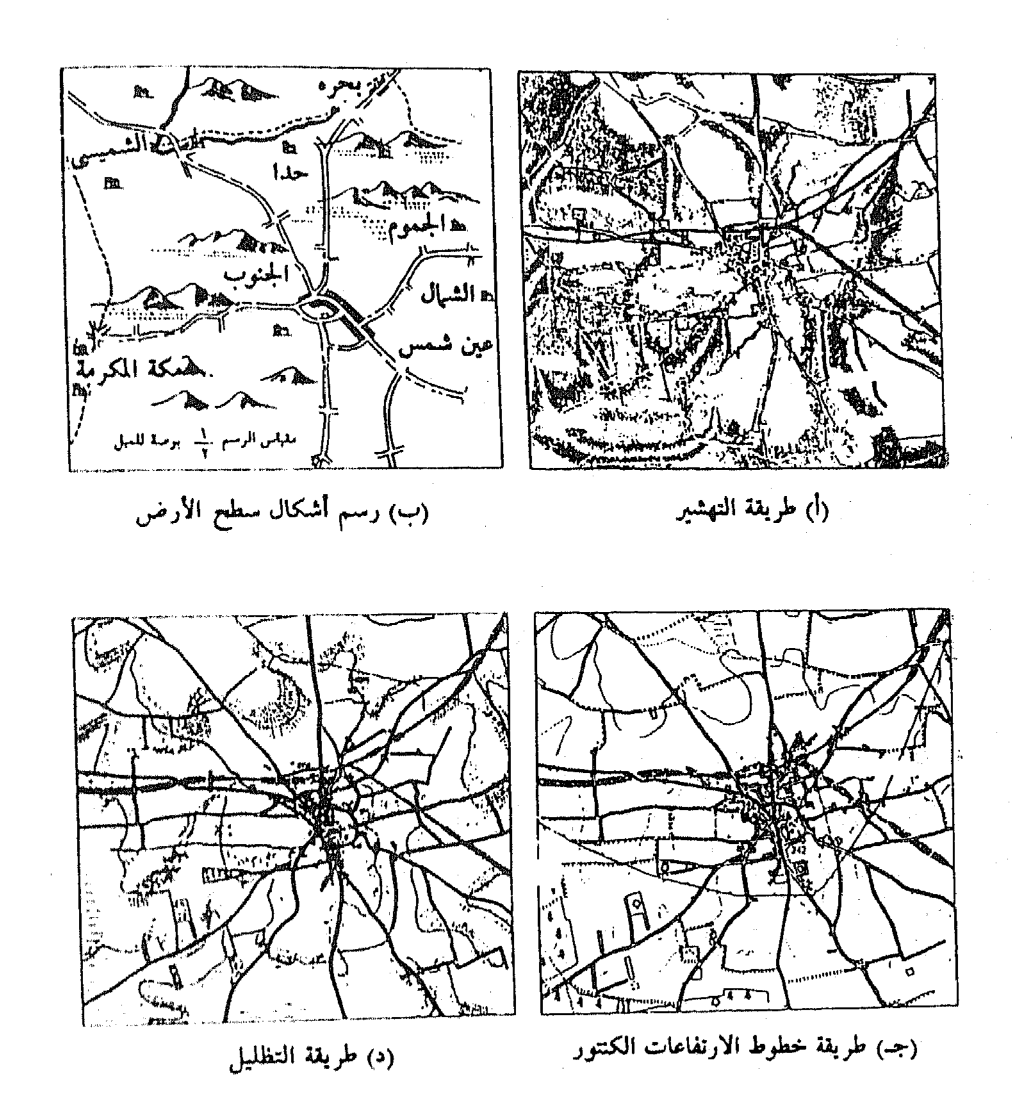
وقد ابتكر الكرتوجرافى «كروكيوس» ١٧٣٠ طريقة خطوط الكنتور وقد كان هذا لتوضيح تضاريس القاع لنهر «مرويد» وقد شاع بعد ذلك استخدام هذه الطريقة فى تمثيل تضاريس سطح الأرض، ويرى «صبحى عبد الحكيم وزميله» أن استخدام خطوط الكنتور فى بداية الأمر كان تطبيقاً على الخرائط البحرية بغرض تسهيل حركة الملاحة، أى أن فكرة تطبيق خطوط الكنتور لتمثيل التضاريس الموجبة قد تأخر قرابة ستون سنة عن توقيع خطوط الكنتور للتضاريس السالبه، وذلك باعتبار أن الخريطة الكنتورية لفرنسا والتى أنتجت فى عام ١٧٩١ على يد «دوبى تريال» تعد أول خريطة كنتورية صُممت على أسس كرتوجرافية سليمة.

وخط الكنتور خط وهمى ليس له وجود فى الطبيعة ولكنه أحد الخطوط الهامة المرسومة على الخرائط، وهو يدل على الارتفاع الواحد بالنسبة إلى مستوى سطح البحر وغالباً ما يظهر على الخرائط باللون البنى لتوضيح تضاريس اليابس، بينما يظهر باللون الأزرق لإبراز تضاريس قيعان البحار والمحيطات.

ويمكن القول أن قراءة وتحليل خطوط الكنتور تمكن مستخدم الخريطة من أن يتصور شكل سطح الأرض بعناصره الثلاثة الرئيسية والتى تهم الجغرافى وهى: الانحدار Slope والارتفاع height والشكل Shape، وبمعنى آخر فإن خطوط الكنتور تفيد فى فهم التركيب Structure والعمليات Processes المرحلة الزمنية Stage لأى مظهر من مظاهر سطح الأرض المختلفة.

وتتميز طريقة خطوط الكنتور عن غيرها من الطرق الأخرى - المستخدمة فى تمثيل تضاريس سطح الأرض- فى كونها طريقة دقيقة تخضع لعمليات مساحية يمكن الوثوق بها وهى ذات نتائج طيبة بالإضافة إلى كونها طريقة تسمح بأن يوضح على نفس الخريطة العديد من الرموز لظاهرات جغرافية مختلفة مع الإبقاء على درجة وضوح الخريطة ليتمكن المستخدم لهذه الخريطة من قراءتها وتحليلها.

ويمكن أن نقارن بين منطقة واحدة مثلت تضاريسها بطريقة المنظور تارة وطريقة الهاشور تارة أخرى وطريقة خطوط الكنتور لنتعرف - ومن خلال النظرة الأولى - على مدى الدقة المستخدمة فى تصميم الخرائط الثلاث، ونقارن أيضا بين سرعة وسهولة الحصول على المعلومة فى كل من الخرائط السالفة الذكر راجع الشكل رقم (٥).



(أ) طريقة التهشير

(ب) رسم أشكال سطح الأرض

(جـ) طريقة خطوط الارتفاعات الكنتور

(د) طريقة التظليل

شكل رقم (٥) تمثيل مظاهر سطح بطريقة المنظور والهاشور وخط الكنتور

عن: Speak and Carter

خواص خطوط الكنتور:-

١ - خطوط الكنتور خطوط مغلقة وانتهائها عند أطراف الخريطة يرجع إلى أبعاد المنطقة المراد تمثيلها على الخريطة، كما تظهر بعض خطوط الكنتور مغلقة على الخرائط فى المناطق المرتفعة كالقمم الجبلية أو فى المناطق الحوضية أيضا.

٢ - لا تتقاطع خطوط الكنتور إلا فى بعض الحالات النادرة كوجود جرف تصل زاوية انحداره إلى ٩٠ درجة وهو فى هذه الحالة يشبه المغارة، ومثل هذه الظاهرات الجيمومورفولوجية لا تشغل مساحات كبيرة من اليابس علاوة على كونها نادرة الحدوث.

٣ - لا تتلاقى خطوط الكنتور أيضا إلا فى حالات نادرة كما لا يتفرع خط الكنتور إلى فرعين.

٤ - تتراجع خطوط الكنتور نحو منابع المجارى المائية التى تخترق المنطقة ويكون التراجع على شكل حرف (V) ويكون رأس الحرف جهة خط الكنتور الأعلى.

٥ - تظهر خطوط الكنتور متتابعة فى قيمتها، فتتزايد فى حالة الارتفاع وتتناقص فى حالة الانخفاض وذلك طبقا لشكل سطح الأرض.

٦ - تتقارب خطوط الكنتور وتضيق المسافات الأفقية بينها للدلالة على شدة الانحدار، بينما يدل تباعدها وكبر المسافات الأفقية بينها على الانحدارات البسيطة.

كما أن المسافات الأفقية المنتظمة بين خطوط الكنتور تعنى انتظام درجة الانحدار.

أنواع خطوط الكنتور:-

تظهر خطوط الكنتور على الخرائط بأشكال مختلفة وهى وإن كانت فى مضمونها تعنى شيئا واحداً إلا أن اختلاف الأشكال يدل على اختلاف الأنواع، ويمكن القول أنه لو ظهرت خطوط الكنتور بشكل واحد على الخرائط لكان هذا بمثابة ضعف فى رسالة الخريطة، فكما هو معروف أن ذاكرة الإنسان تميل للضعف فى عملية التذكر خاصة مع التمثيل المتجانس للظاهرات ويحدث هذا خاصة مع مرور بعض الوقت على ملاحظة الظاهرة، ومن هنا فكلما كان التكنيك الخرائطى المستخدم يؤكد على عوامل استمرارية بقاء التأثير كلما كان هذا أكثر فعالية فى تحقيق هدف الخريطة وهذا يأتى عن طريق اختيار الأسلوب الأمثل للتمثيل، فالمنطقة

المتباينة في تضاريسها والتي توفر لها مسحاً كنتوريا كامل، ينبغي أن يصمم لها خريطة كنتورية بحيث تبدو أهم ظاهرات بها يقطعها خط الكنتور ذو رسم متميز عن باقي خطوط الكنتور بالخريطة طالما أن هذه الظاهرات تقع على منسوب واحد، ومن هنا يمكن القول أن أنواع خطوط الكنتور على النحو التالي:-

١ - خطوط الكنتور المتميزة: Significant Contour

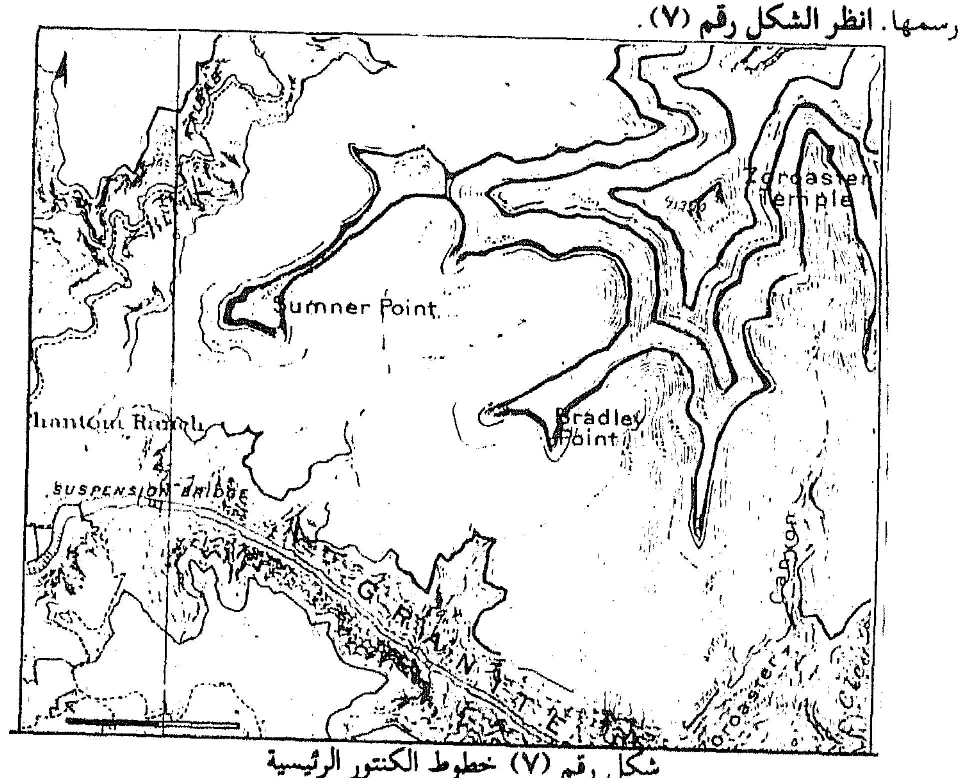
تظهر هذه الخطوط على الخرائط بسمك أكبر من باقي خطوط الخريطة، وقد يظهر على الخريطة أكثر من خط كنتور متميز، وهي ترسم لكي تحدد وبدقة ظاهرات جغرافية معينة على الخرائط، كما أنها تُرسم بفاصل كنتوري موحد على الخريطة الواحدة، ويرتبط وجود هذا الخط بالخريطة الكنتورية على نمط توزيع ظاهرة جغرافية متميزة فريدة قد تحددها دراسة جغرافية معينة: مثل ظهور مدرج نهري يحمل على سطحه ظاهرات حضارته تفسر فترات تاريخية سابقة أو نمط زراعي محدد كارتباط محصول النخيل على سبيل المثال بعسير بالمملكة العربية السعودية بخط كنتور أدنى من ٤٠٠ متر، وفي الواقع هناك خطوط كنتور متميزة عديدة نذكر منها على سبيل المثال وليس الحصر خط كنتور ١٠٢ متر في مصر وخط كنتور ٢٠ قدم بحوض لندن، وخط كنتور ٢٥٠٠ متر في عسير بالمملكة العربية السعودية انظر الشكل رقم(٦).



شكل رقم (٦) خطوط الكنتور المتميزة

٢ – خطوط الكنتور الرئيسية: Index Contour

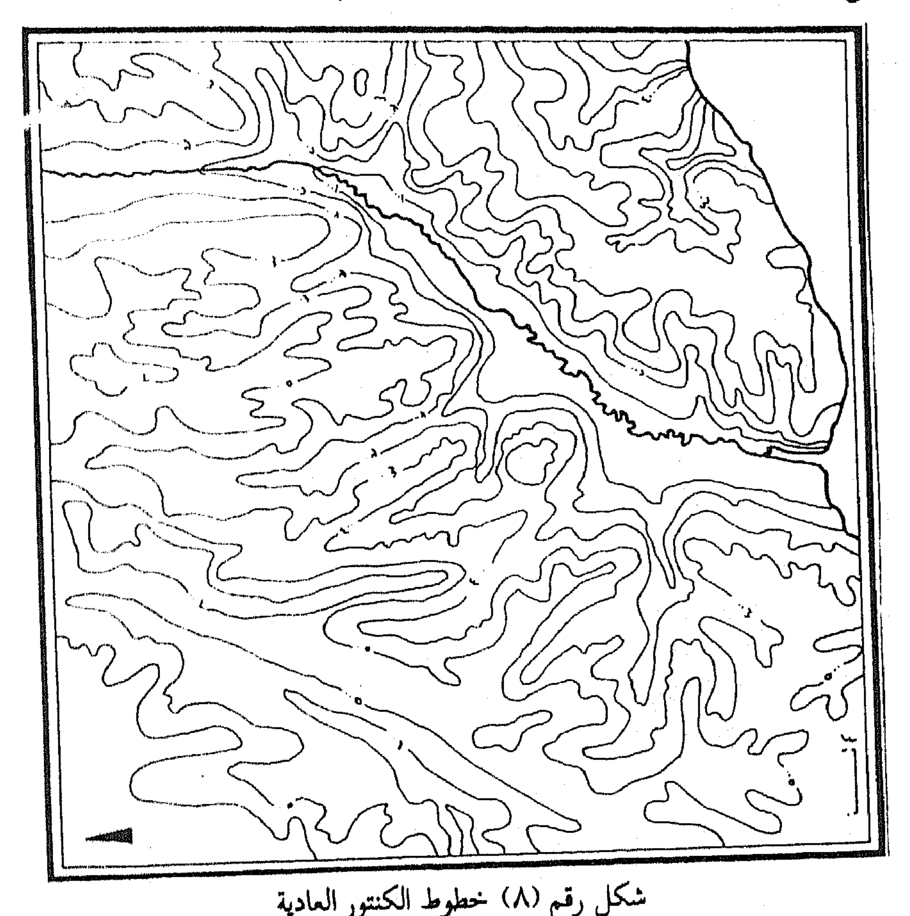
وتظهر أيضا هذه المجموعة من الخطوط بسمك أكبر من باقى خطوط الكنتور الأخرى ولعل السبب فى هذا هو تسهيل قراءة وتحليل الخريطة وتكتب قيم هذه الخطوط بسمك أكبر أيضا، ويحتاج المصمم لرسم هذا النوع من الخطوط عندما تتزاحم خطوط الكنتور فى منطقة ما ذات سطح شديد التعقد والتضرس، فعلى سبيل المثال لو فرض وكان الفاصل الكنتورى المستخدم فى الخريطة هو ١٠٠ قدم وكانت الخطوط من التعدد بحيث يتم اختيار خطوط كنتور رئيسية ترسم بخط ذو سمك أكبر عن بقية خطوط الكنتور الأخرى بالخريطة، وأيضا بفاصل كنتورى مختلف، وليكن ٥٠٠ متر فيختار خط: ١٠٠٠، ١٥٠٠، ٢٠٠٠، ٢٥٠٠، ٣٠٠٠، ٣٥٠٠ متر وهكذا، أو قد يختار بطريقة أخرى وهى أن يتم اختبار ترتيب خط كنتور معين وليكن الخامس والعاشر والخامس عشر وهكذا، والهدف فى النهاية من وضع هذه الخطوط على الخرائط هو التخفيف من تزاحم الخريطة الكنتورية، وتسهيل استخدامها، فهى وسيلة النقل والتعبير عن أشكال السطوح المختلفة وينبغى العناية بإخراجها لتحقق أهداف رسمها. انظر الشكل رقم (٧).



شكل رقم (٧) خطوط الكنتور الرئيسية

٣- خطوط الكنتور العادية:

وتسمى أحياناً خطوط الكنتور المتوسطة Interediate Contour والفاصل الكنتورى بين هذه الخطوط هو نفسه الفاصل الكنتورى المحدد للخريطة فإذا أبرزنا خطاً واحداً من هذه الخطوط كان هذا هو خط الكنتور المتميز، وأيضا إذا أبرزنا مجموعة من هذه الخطوط بفاصل كنتورى مخالف للفاصل الكنتورى المحدد للخريطة كانت هذه الخطوط هى خطوط الكنتور الرئيسية، وأيضا إذا لم نقم بتوضيح أى خطوط كنتورية بالخريطة وتركت كما هى كانت هذه الخطوط، خطوط الكنتور المتوسطة، هذا ويمكن حذف بعض هذه الخطوط لتخفيف التزاحم الشديد الذى قد يؤدى إلى طمس بعض معالم الخريطة ومن ثم صعوبة قراءتها وتفسيرها، وأيضا قد تكون هناك عمليات زيادة لرسم وإضافة بعض الخطوط تحت ظروف معينة مثل إبراز تفاصيل دقيقة لظاهرات مختلفة بالخريطة. **انظر الشكل رقم (٨).**



شكل رقم (٨) خطوط الكنتور العادية

٤ – خطوط الكنتور الإضافية:

لعل السؤال الذى يفرض نفسه هنا هو هل خطوط الكنتور العادية أوضحت كل الظاهرات الطبيعية بالمنطقة؟ لا شك أنه إذا كانت الإجابة بالنفى فينبغى أن تستخدم خطوط الكنتور الإضافية، فقد تكون نقط المناسيب المرصودة من الطبيعة غير كافية لرسم الخريطة الكنتورية الدقيقة، فيضطر مصمم الخريطة هنا إلى إضافة رسم خطوط كنتور أخرى وتبدو هذه الخطوط على بعض الخرائط بشكل متقطع تميزاً لها عن الخطوط الكنتور العادية أو المتوسطة، وغالباً ما تُرسم خطوط الكنتور العادية بفاصل كنتورى يعادل نصف قيمة الفاصل الكنتورى المستخدم بين خطوط الكنتور العادية.

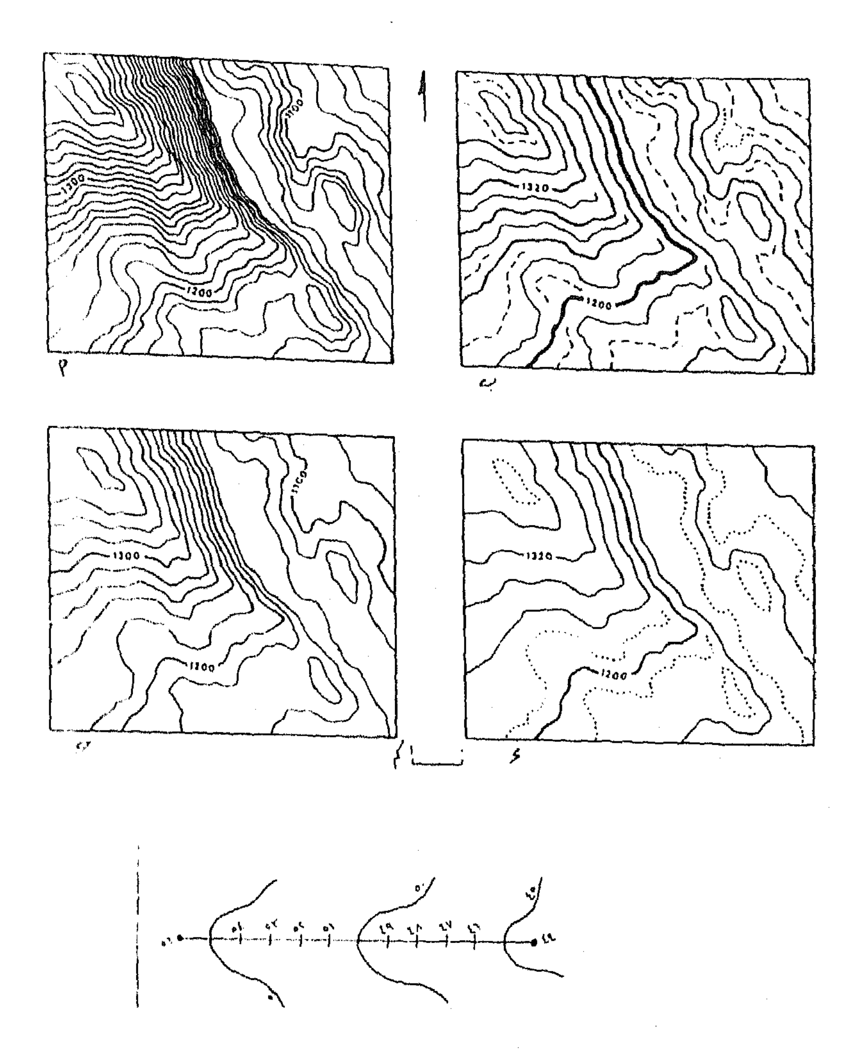
وتفيد هذه الخطوط فى معرفة درجة الانحدار فى منطقة صغيرة يراد معرفة تفاصيل كثيرة عنها وقد تُرسم فى بعض أجزاء الخريطة دون غيرها من الأجزاء الأخرى، وذلك لكبر الفاصل الكنتورى بين خطوط الكنتور والتغير الفجائى فى الانحدار فى مناطق تقع بين خطوط الكنتور العادية.

ولإدراج خطوط الكنتور على الخرائط يتبع الآتى:-

١ – توقع وبشكل تقديرى دقيق نقط المناسيب الجديدة من قبل مصمم الخريطة وذلك بمعرفة المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور المراد توقيع نقط مناسيب جديدة بينها.

٢ – باستخدام المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور وقياسها قياساً دقيقاً تقوم برسم خطوط الكنتور المطلوب إضافتها.

٣ – نصل بين خطى الكنتور المراد رسم خطوط كنتورية إضافية بينهما بخط مستقيم ونقوم بتقسيم هذا الخط بالمسافات الأفقية المتساوية ونقوم بتوقيع خطوط الكنتور على هَدى خطوط الكنتور المرسومة بالفعل على الخريطة. (انظر الشكل رقم ٩).



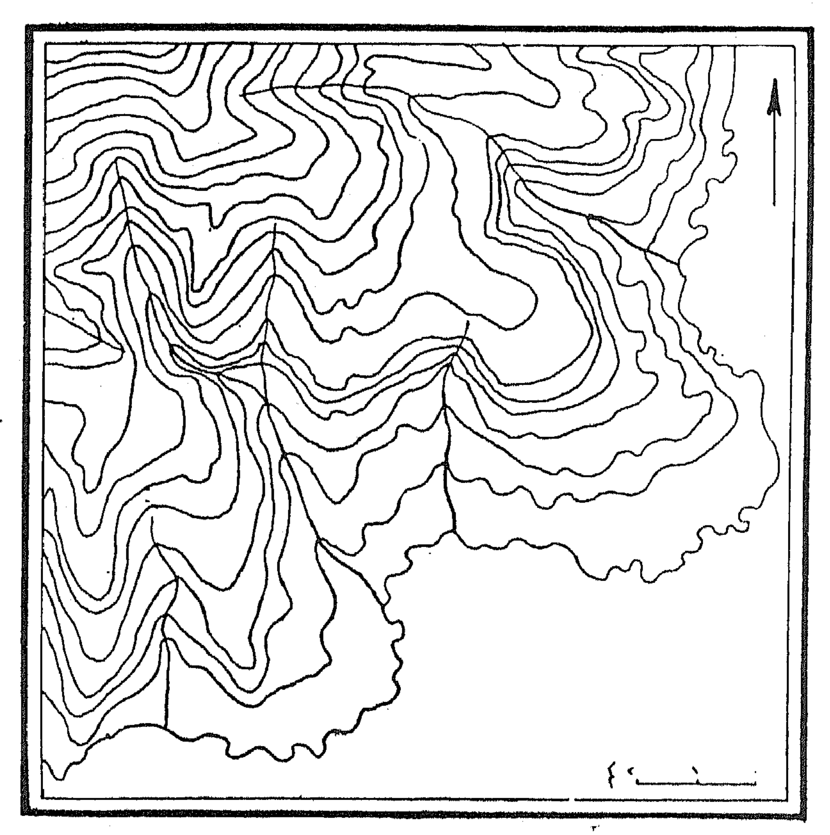
(شكل رقم (٩) خطوط الكنتور الإضافية

٥- خطوط الكنتور المبسطة (المعممة) Generalized Contour:

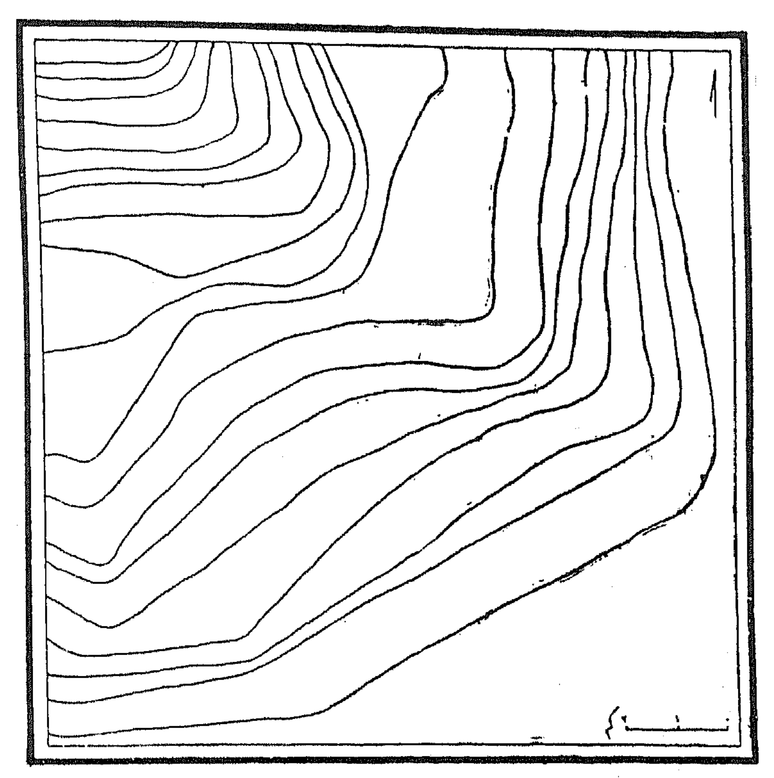
تعرض سطح الأرض لعمليات بنائية داخلية وأخرى خارجية أدت إلى اكتسابه مظهراً معيناً، وقد كان من نتيجة حدوث هذه العمليات المختلفة تعقد أشكال التضاريس بشكل واضح، وقد تُرجم هذا إلى تعاريج وانثناءات كثيرة فى خطوط الكنتور وقد كانت التعرية المائية والهوائية من أكثر العوامل تأثيرا فى مظاهر سطح الأرض، فالعديد من خطوط الكنتور تبدو على الخرائط بشكل معقد كأثر لاختراق المجارى المائية لمناطق عديدة من العالم، ولولا هذه المجارى لظهرت خطوط الكنتور مُثل شكل أكثر استقامة ولكانت السطوح أكثر انتظاما فى درجة انحدارها،

وهذا يعنى أن لو مُثّل سطح الأرض بخرائط كنتورية قديماً لكانت أكثر بساطة وأقل تعقيدا، وإذا تطلبت الدراسة استحضار صورة الماضى من خلال الخريطة الكنتورية فيمكن لمصمم الخريطة أن يقوم برسم خطوط كنتور جديدة على هدى الخطوط الموجودة فعلاً بالخريطة على أنه يلغى بذلك التعاريج والثنيات الواضحة فى هذه الخطوط، أو هى أشبه بملء الفجوات التى أوجدتها عوامل التعرية المختلفة بسطح الأرض.

وهذه العملية أطلق عليها البعض ترميم لتصدعات لما أحدثته عوامل التعرية المختلفة خاصة المجارى المائية، ويمكن إجراء هذه العملية على الخريطة الكنتورية بربط النقط ذات الارتفاعات المتساوية لأراضى ما بين الأودية بخطوط مستقيمة وهذه الخطوط تعرف بخطوط الكنتور المبسطة. **انظر الشكل رقم (١٠، أ، ب).**



شكل رقم (١٠أ) الخريطة الكنتورية الأصلية المطلوب تبسيطها



شكل رقم (١٠ب) الخريطة الكنتورية بعد تبسيطها

الفاصل الرأسى:-

ويطلق عليه أحيانا الفاصل الكنتورى Contour Interval وهو عبارة عن الفرق فى الارتفاع بين كل خط كنتور وآخر، وينبغى أن تصمم الخريطة الكنتورية بفاصل كنتورى موحد على الأقل بالنسبة لخطوط الكنتور المتوسطة أو العادية وهى تعد أكثر عددا من أى خطوط كنتور أخرى على الخريطة، وفى الواقع يتوقف اختيار قيمة الفاصل الكنتورى على عدة اعتبارات نوجزها فيما يلى:-

١ - مقياس رسم الخريطة:-

كما هو معروف فإن مقياس الرسم هو النسبة الثابتة بين الأبعاد الخطية على الخرائط وما يقابلها من أبعاد أصلية فى الطبيعة، وهو على أنواع وأشكال عديدة والفاصل الكنتورى يتناسب تناسباً عكسياً مع مقياس رسم الخريطة، فالخرائط ذات المقياس الكبير أى الخرائط

الطبوغرافية والكدسترالية يكون الفاصل الكنتورى بها صغيرا، ويمكن الرجوع إلى الخرائط الطبوغرافية المصرية مقياس ١/ ١٠٠,٠٠٠، ١/ ٢٥٠٠٠ وسيتضح أن قيمة الفاصل الكنتورى المستخدم فى خرائط الدلتا المصرية مثل لوحات: القاهرة، شرق طنطا، طريق السويس، الزقازيق، المنصورة، الإسماعيلية متراً واحد فقط، أما فى حالة الخرائط الصغيرة المقياس وتسمى أحياناً الخرائط المليونية أو العالمية فهى ذات فاصل كنتورى كبير.

٢- طبيعة سطح الأرض:-

ينبغى قبل اختيار الفاصل الكنتورى التعرف على أعلى وأدنى منسوب فى الخريطة ومن ثم يمكن التعرف على عدد خطوط الكنتورالمطلوب توقيعها، وبصفة عامة عندما تكون المنطقة معقدة تضاريسيا ومتباينة فى درجات انحدارها فيلزم لتوضح مظاهر سطحها إنشاء عدد أكثر من خطوط الكنتور والعكس صحيح.

٣- مدى ما يراد إيضاحه من معالم وتفاصيل:

تتباين الخرائط فيما بينها فى مقدار ما توضحه من تفاصيل ولهذا أيضا علاقة واضحة بمقياس رسم الخريطة ومساحتها، وتظل هناك نقطة اتزان ينبغى أن تكون واضحة فى ذهن مصمم الخريطة وذلك حتى لا تصل الخريطة إلى درجة التشبع بالمعلومات الكثيرة، ومن ثم لا تُمكن من قراءة سهلة وميسورة، فالخريطة الكنتورية نظرة عامة Generalized لسطح الأرض فضلاً عن أن هذه النظرة العامة تظهر صورة مبسطة Simplifisd لخصائصه.

ويمكن القول أن الفاصل الكنتورى هنا أيضا يتناسب تناسباً عكسياً مع زيادة الدقة المطلوب الوصول إليها من الخريطة، وعموماً فإن اختيار الفاصل الكنتورى المناسب ليس بالأمر اليسير، إذ أن الاعتبارات سالفة الذكر تعمل مشتركة، وتتفاعل مع بعضها البعض لتحدد قيمته وبشكل مناسب - وهذا يختلف من خريطة إلى أخرى ولكن ينبغى أن تصمم الخريطة بفاصل كنتورى موحد لتسهيل قراءتها، وإذا كانت هناك ضرورة لتغير قيمة هذا الفاصل فمن الأفضل أن نلجأ إلى خطوط الكنتور الإضافية.



الفصل الثانى

إنشاء الخريطة الكنتورية

لعلى لا أضيف جديدا إذا ذكرت أن الخريطة بصفة عامة كانت وما تزال إحدى الوثائق العلمية الهامة؛ فهى أداة كلية وشاملة عالمية التعبير تتخطى الحواجز والحدود الدولية لتعبر بطرق مختلفة وعديدة عن الظاهرات الجغرافية الطبيعية منها والبشرية.

والجغرافى ليس المستخدم الوحيد للخريطة، بل هناك كثيرا من المتخصصين الذين يعتمدون وبشكل مباشر على الخريطة كالچيولوچين وعلماء الاقتصاد والنبات والتربة وكذا المهتمين بالتخطيط وشئون التنمية.

ونظراً لما تنوء به المعلومات الجغرافية من تراكم كبير حول أى موقع على سطح الأرض، فقد كانت هناك حاجة ملحة إلى تنوع الخرائط الجغرافية، وذلك انطلاقا من أن الخريطة الواحدة لا يمكن أن تستوعب تمثيل الظواهر الجغرافية فكانت هناك الخرائط الكنتورية والخرائط المناخية، والخرائط الحيوية، والخرائط السياسية والاقتصادية، وخرائط السكان والعمران.

والخريطة بصفة عامة هى مفتاح المعرفة الجغرافية وأداة الجغرافى الأولى ولغته التى يستخدمها، وبالإضافة إلى ذلك فالخريطة تكمل النص المكتوب ويمكن القول أنه بعد التطور الملموس فى تقدم صناعة الخرائط بإدخال الكمبيوتر والحسابات الآلية والاعتماد على بيانات بنوك المعلومات والتتنيات الحديثة يمكن القول أن الرسم أصبح طريقاً وأسلوباً للحصول على المعلومات ولعل هذه الفكرة تأكدت مع دراسة روبنسون(١) Robinson بعنوان مظهر الخريطة.

الانحدارات:— تؤدى الانحدارات دوراً بالغ الأهمية فى أى منطقة جغرافية، كما تعد أشكال الانحدارات من العناصر الطبيعية الرئيسية للبيئة الجغرافية فهى توجه العمران البشرى بل وتحدد امتداده وتؤثر فى اتساعه، ومعظم الدراسات الجغرافية فى مجال العمران ترى أن دراسات الانحدار تعد أحد الدراسات الهامة التى ينبغى الإلمام بها قبل البدء فى البناء والسكن، وفى الواقع لا تؤثر الانحدارات على البناء والسكن بل يتعدى أثرها ذلك بكثير فثمة تأثير واضح

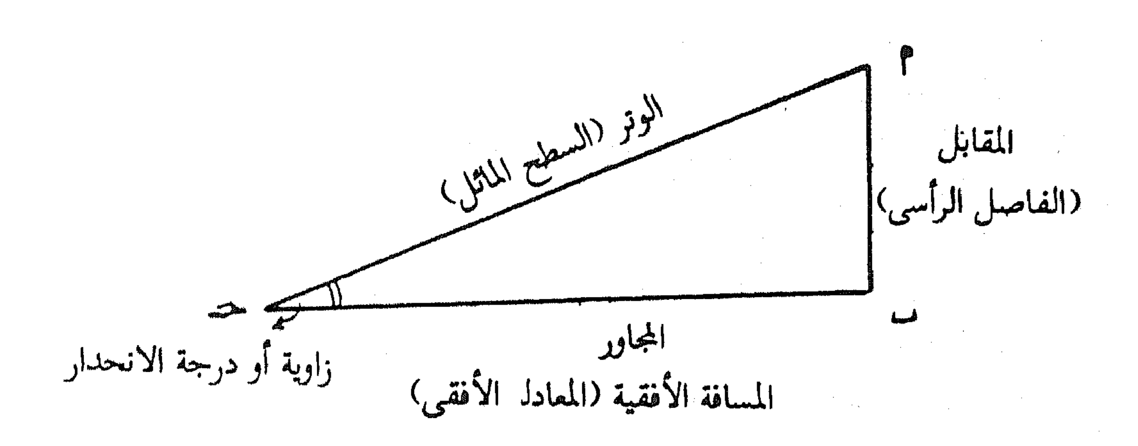
(١) تعد دراسة رينسون بمثابة نقطة تحول بارزة فى تصميم الخرائط الحديثة وهى أساس لبحوث عدة تناولت رسم الخرائط خاصة فى قارة أمريكا الشمالية خلال العقدين الأخيرين.

للانحدارات على التربة وبالتالى على توزيع النبات والحيوان، ويمكن القول أن المدخل المناسب لقراءة خرائط استخدام الأرض يكون بمعرفة درجات الانحدار وهناك من يذكر أن أنماط استخدام الأرض تعكس التأثير الحتمى للانحدار[1].

ولعل من المناسب فى هذا المجال التعرف بشىء من التفصيل لشرح الانحدارات وكيفية التعرف عليها من خلال خطوط الكنتور، وقبل التعرف على أنواع الانحدارات طبقا للدرجة أو طبقا للشكل كان من المناسب القاء الضوء على العلاقة بين درجة الانحدار والمسافة الأفقية (الفترة الكنتورية) ومقياس رسم الخريطة، وكما هو معروف أن الفترة الكنتورية تختلف من خريطة إلى أخرى تبعا لمناسيب السطح بالمنطقة ويمكن حساب المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور من العلاقة التالية:

المسافة بين خطوط الكنتور= الفترة الكنتورية × ظتا زاوية انحدار سطح الأرض.

انظر الشكل رقم (١١) والذى يوضح العلاقة بين الفترة الكنتورية وزاوية الانحدار.



شكل رقم (١١) العلاقة بين الفاصل الرأسى والمعادل الأفقى

(١) محمد سطيحة، الجغرافية العملية وقراءة الخريطة، بيروت ١٩٩٢، ص ١٩٠.

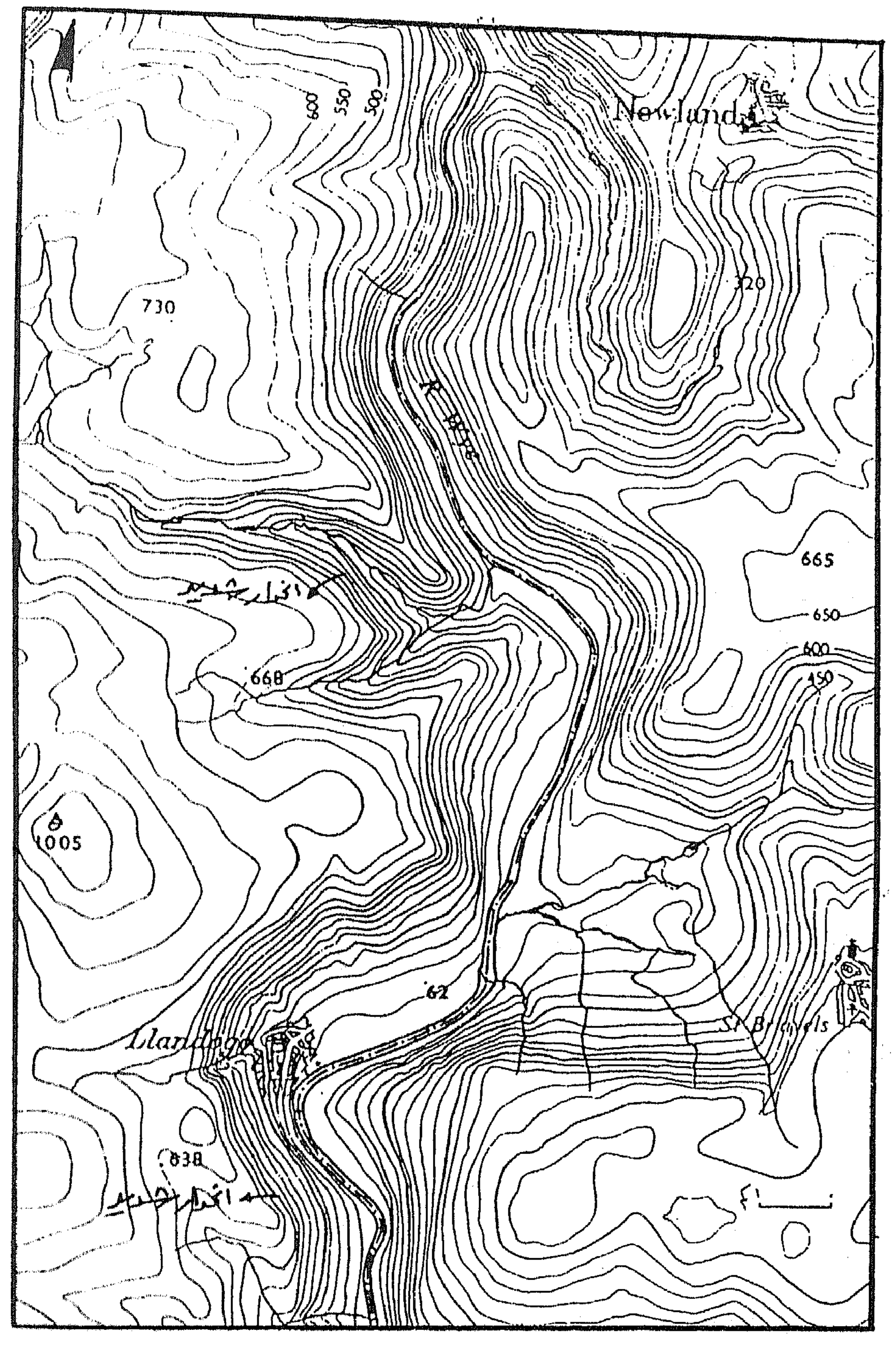
أنواع الانحدارات:-

تتبلور بوضوح أنواع الانحدارات من خلال ملاحظة المسافة الأفقية بين خطوط الكنتور أو كما تسمى الفترة الكنتورية، وهذا يعني أن متابعة خطوط الكنتور وامتداداتها ومناسيبها وتقاربها تعني تحديد نوع الانحدار ولا يمكن أن تظهر عدة أشكال مختلفة من الانحدارات بصورة واحدة من خطوط الكنتور.

ويمكن تقسيم الانحدارات طبقا للدرجة والشكل.

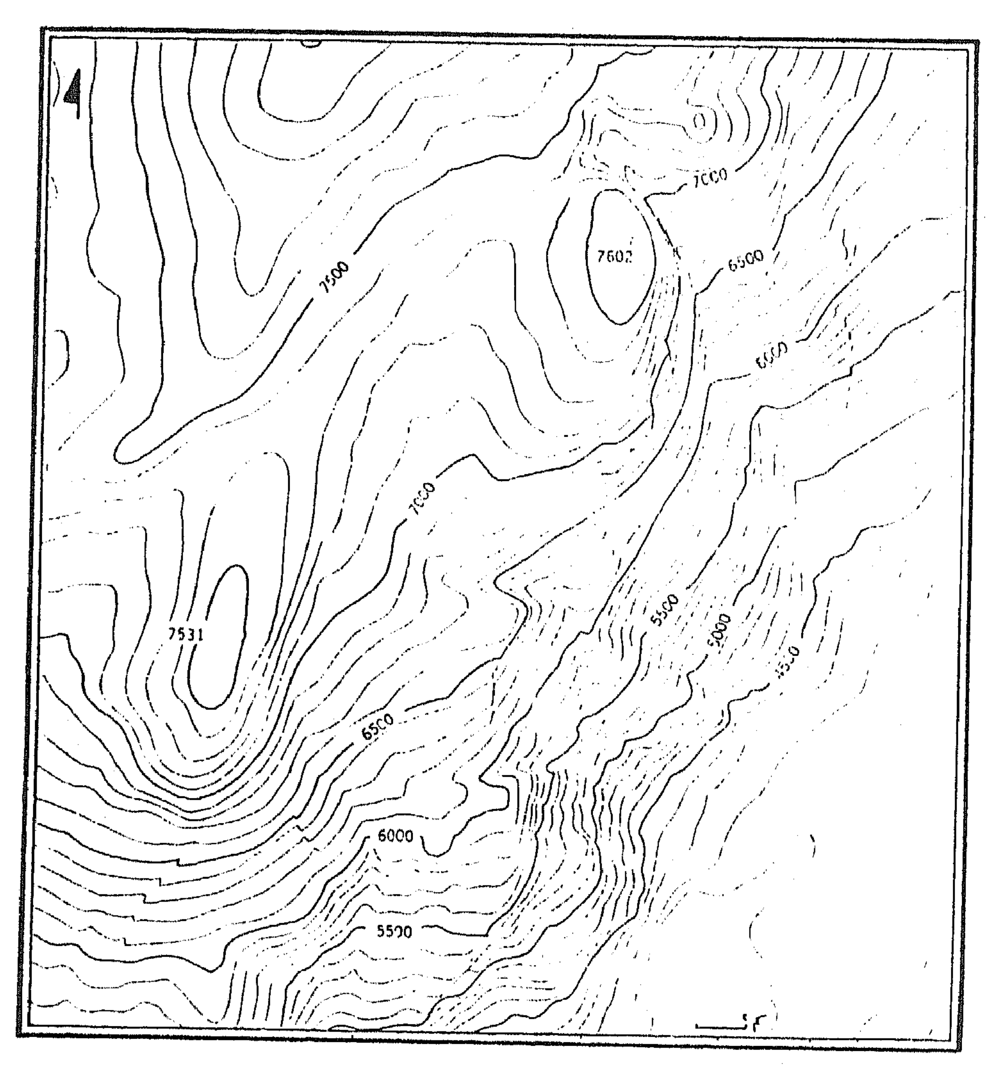
أولاً:- طبقا لدرجة الانحدار:-

١ - انحدار شديد:- وتظهر هذه الانحدارات ببعض الخرائط الكنتورية ويستدل على هذا النوع من الانحدارات من خلال تقارب خطوط الكنتور، أى أن الفترة الكنتورية تكون صغيرة للغاية والفاصل الكنتورى المستخدم فى بعض أنواع من هذه الخرائط يكون كبير، وتصل هذه الانحدارات إلى شدتها لتمثل ظاهرة الحافات الرأسية (الجروف) **انظر الشكل رقم (١٢).**



شكل رقم (١٢) تمثيل ظاهرة الحافات الرأسية والجروف

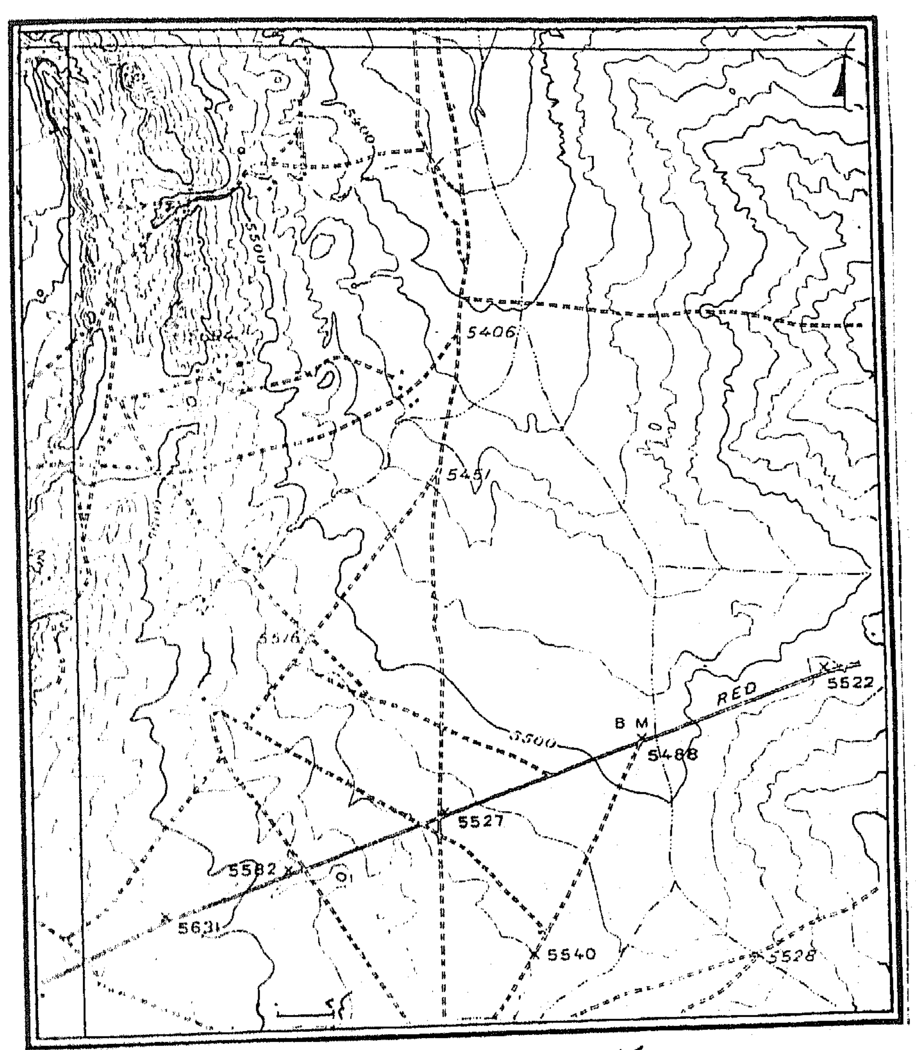
٢ – انحدار بسيط:- وتظهر هذه الأنواع من الانحدارات لتمثيل معظم الأراضى السهلية خاصة دالات الأنهار، ويستدل على هذا النوع من الانحدارات من خلال تباعد خطوط الكنتور، حيث تفصلها مسافة كنتورية كبيرة والفاصل الكنتورى المستخدم فى هذه المناطق صغير، قد لا يتجاوز المتر الواحد. انظر الشكل رقم (١٣)



شكل رقم (١٣) الانحدار البسيط

حيث يتضح هذا بشكل واضح فى شمال الخريطة.

٣- انحدار متوسط :- ويسمى أحيانا الانحدار المعتدل النسبى، ويعتبر هذا النوع من الانحدارات وسط بين النوعين السابقين، ويتضح هذا من المسافة الكنتورية المتوسطة بين خطوط الكنتور. انظر الشكل رقم (١٤)

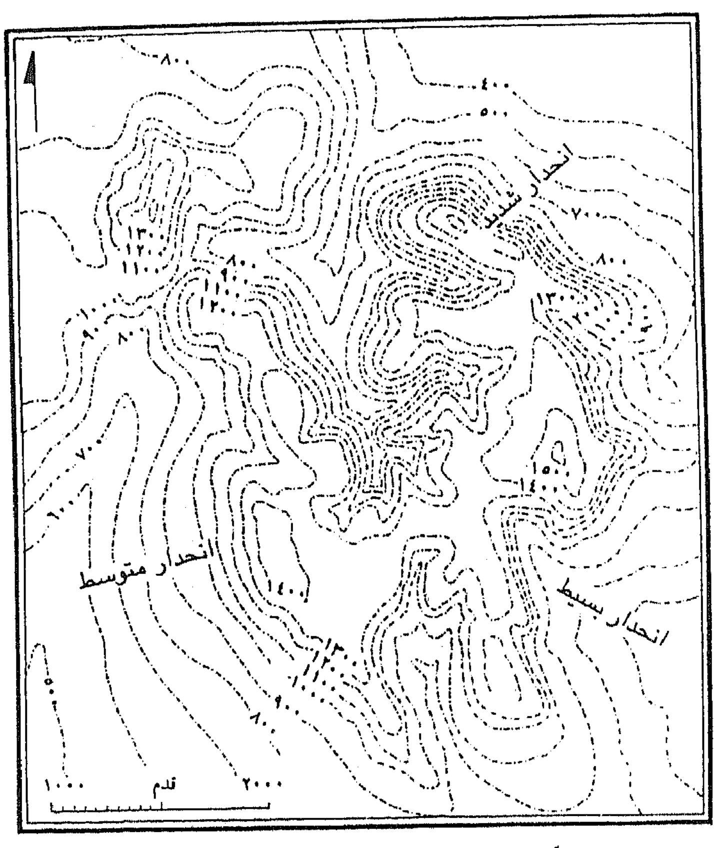


شكل رقم (١٤) الانحدار المتوسط

وبصفة عامة فهناك شبه إجماع بين المتخصصين فى هذا المجال على تصنيف الانحدارات وتقسيمها إلى نسب مئوية، فالانحدارات التى تتروح بين ٠,٠١ (أى ٤,١ أمتار لكل ١٠٠ متر) من المسافة الأفقية تعتبر انحداراً بسيطاً وتعتبر هذه الانحدارات ملائمة فى

استغلالها لجميع الأنشطة وتشييد المبانى السكنية، وتوطن الوظيفة التجارية بالمدن وتضمن مثل هذا النوع من الانحدارات سهولة الوصول إلى هذه المناطق دون مشقة وجهد، هذا وقد ضم نفس التصنيف تحديد الانحدارات الشديدة والحادة وهى التى تتراوح بين ٠,٥٠ : ٠,٦٠ أى يكون معدل الانحدار أو نسبته ٦٠ متراً رأسيا فى كل ١٠٠ متر أفقياً، ومع هذه الانحدارات تتضاعف تكاليف التشيد والبناء لتسوية هذه السطوح، ويتضح هذا بشكل كبير مع أسعار الأراضى فى بعض المدن الجبلية بالمملكة العربية السعودية مثل مدينة أبها- فالمواقع المتميزة للبناء والتى تم فيها تسويتها بعد، تنخفض أسعارها بشكل كبير إذا ما قورنت بالأولى.

والجدول رقم (١) والشكل رقم (١٥) التالى يوضح تصنيف الانحدارات المختلفة ونوع الاستخدام الرئيسى.

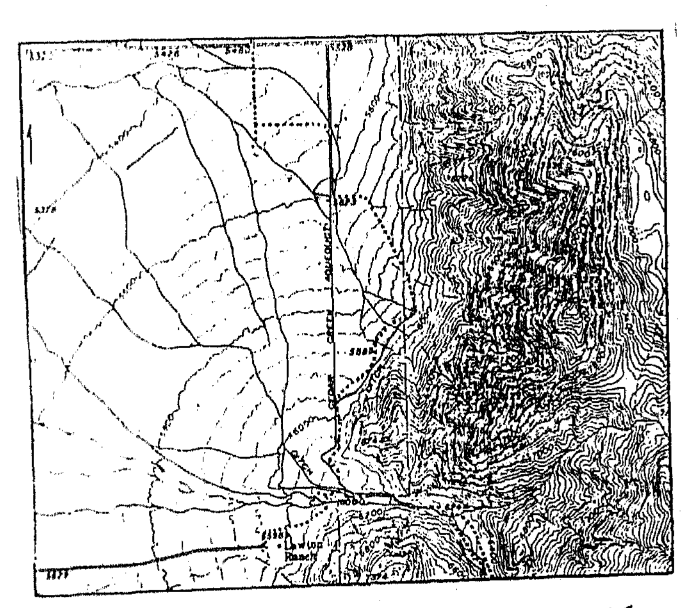


شكل رقم (١٥) تصنيف الانحدارات

ثانيا:- طبقاً لشكل الانحدار:-

تمثل أنواع الانحدارات على الخرائط الكنتورية بشكل واضح، ويمكن أن نتبين أنواع الانحدارات واختلاف أشكالها من تباعد أو تقارب خطوط الكنتور وأنظمة ترقيمها على الخرائط، وعلى الرغم من أن أشكال الانحدارات عديدة إلا أنها لا تخرج عن كونها محصورة بين نمطين رئيسيين من أنماط الانحدارات وهما الانحدار المحدب والانحدار المقعر، ويظهر الانحدار المحدب على الخريطة الكنتورية حيث تتقارب خطوط الكنتور فى المناطق الأقل ارتفاعاً وتتباعد فى القمة «الأكثر ارتفاعا» وهذا يعنى أن درجة الانحدار تقل من القاعدة نحو القمة ويكون العكس تماما مع الانحدار المقعر إذ تتقارب فيه خطوط الكنتور فى المناطق الأكثر ارتفاعاً وتتباعد فى القاعدة (الأقل ارتفاعا) وهذا يعنى أن درجة الانحدار تزيد من القاعدة نحو القمة.

وقد تظهر على بعض أنواع الخرائط الانحدارات المحدبة المنتظمة ويمكن التعرف عليها من خلال المسافات الأفقية المتساوية بين خطوط الكنتور وهذه تعكس زاوية انحدار متساوية على طول القطاع، كما تظهر أنواع أخرى من الانحدارات المحدبة تتسم بعدم تساوى المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور وهنا تسمى انحدارات محدبة غير منتظمة الشكل ويتكون نفس الوضع مع الانحدارات المقعرة المنتظمة وغير المنتظمة انظر الشكل رقم (١٦)



شكل رقم (١٦) الانحدارات المقعرة المنتظمة وغير المنتظمة

قياس الانحداوات:- شغلت قياس الانحدارات على الخرائط الكنتورية العديد من الباحثين خاصة الچيمومورفولوچيين، ويمكن القول بأن تفهم سطح الأرض المعقد فى القالب يمكن فهمه وتبسيطه بمعرفة انحداراته ومن خلال الخريطة يمكن التعرف على درجة الانحدار ومعدله.

١ - معدل الانحدار:- ويطلق عليه أحيانا نسبة الانحدار وهى النسبة بين الفاصل الكنتورى أو الرأسى Vertical interval والمسافة الأفقية Horzontal equivalent ويمكن التعرف على قيمة الفاصل الرأسى من قراءة أى خريطة كنتورية، فهو عبارة عن الفرق فى الارتفاع بين قيمة كل خط كنتور وآخر، أما معرفة المسافة الأفقية فيمكن قياسها بواسطة المسطرة العادية ونلاحظ أن المسافة هنا ستكون بالسنتيمتر ويتطلب معرفة هذه المسافة فى الطبيعة وهذا يعنى ضرب المسافة الأفقية فى الخريطة فى مقياس رسم هذه الخريطة وبذلك يمكن الحصول على معدل الانحدار بالمعادلة التالية:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{مقياس الرسم}}$$

حيث أن:

الفاصل الرأسى: الفرق بين قيمة ارتفاع النقطة الأولى والنقطة الثانية المراد معرفة معدل الانحدار بينهما.

المسافة الأفقية: المسافة مقاسة بالمسطرة بين نفس النقطتين مضروبة فى مقياس رسم الخريطة.

ونلاحظ أن ناتج المعادلة هنا لا بد أن يكون فى شكل كسر بيانى وهذا يعنى أنه إذا أريد معرفة نسبة الانحدار بين نقطتين فنقوم بقسمة قيمة بسط الكسر البيانى على نفسه وذلك لكى يكون بسط الكسر البيانى ثابت ويساوى واحد صحيح ويكون الناتج المتغير فى مقام الكسر البيانى فقط.

مثال ذلك: على خريطة كنتورية ما كانت النقطة أ على منسوب ٢٠٠ متر، والنقطة ب على منسوب ٥٠٠ متر، وقيست المسافة الأفقية على نفس الخريطة الكنتورية بين النقطتين السابقتين وكانت ٥سم ومقياس رسم هذه الخريطة ١/ ١٠٠,٠٠٠ فأوجد قيمة معدل الانحدار بين النقطتين.

الحل:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{مقياس الرسم}}$$

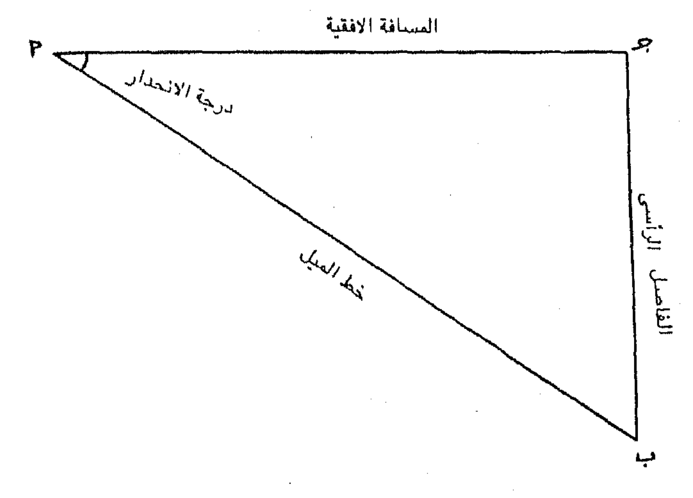
$$\frac{٥٠٠ - ٢٠٠}{٥ \times ١٠٠٠٠٠} = \frac{٣٠٠}{٥٠٠٠٠٠٠}$$

بضرب بسط المعادلة فى ١٠٠ قبل إجراء القسمة

∴ ٥٠٠٠٠٠/٣٠٠٠٠ ∴ بالقسمة على ٣٠٠٠٠ = $\frac{١}{١٦,٦}$

وهذا معناه أنه كلما سرت أفقيا ١٦,٦ متراً انحدرت خلال هذه المسافة متراً واحداً رأسياً.

انظر الشكل رقم (١٧) والذى يوضح طريقة الحصول على معادلة معدل الانحدار.

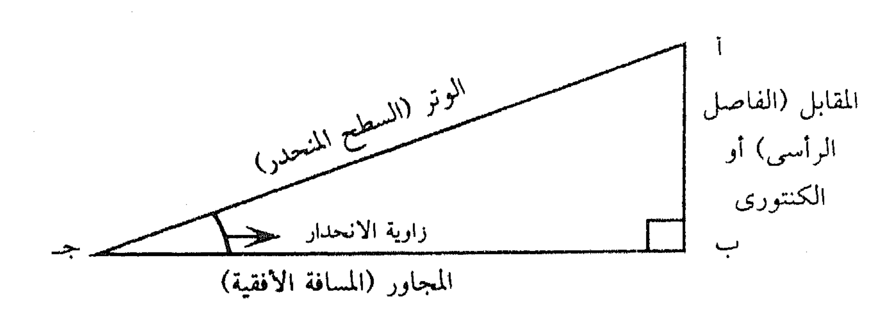


شكل رقم (١٧) علاقة معدل الانحدار بالفاصل الرأسى والمسافة الأفقية.

درجة الانحدار:-

تتنوع درجات الانحدار لسطح الأرض ما بين بسيطة وشديدة ويندر أن نجد أجزاء من سطح الأرض مستوية تماماً، ودرجة الانحدار هى الزاوية المحصورة بين السطح المنحدر والسطح المستوى (الأفقى) ولكى نتعرف على كيفية حساب درجة الانحدار من الخرائط الكنتورية نسوق المثال التالى:

فلو افترضنا فى المثلث أ ب جـ أن النقطتين أ، جـ نقطتين على سطح الأرض المنحدر والضلع أ ب هو المقابل ويمثل فى الوقت نفسه الفاصل الرأسى أو المسافة الرأسية والمجاور هو الضلع ب جـ ويمثل المسافة الأفقية بين النقطتين أ جـ، والضلع أ جـ هو الوتر ويمثل السطح المنحدر.



∴ الزاوية أ جـ ب تمثل درجة الانحدار

ويمكن القول أنه إذا كان الفاصل الرأسى بين خطوط الكنتور ثابتاً فإن العلاقة بين المسافة الأفقية ودرجة الانحدار تصبح علاقة عكسية، أى أن المسافة الأفقية تزيد كلما نقصت درجة الانحدار، أى أنه كلما زادت درجة الانحدار قلت المسافة الأفقية ولعل هذا يتبلور فى صيغ المعادلات التالية :-

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{درجة الانحدار}}$$

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{المسافة الأفقية}}$$

$$\text{الفاصل الرأسى} = \frac{\text{المسافة الأفقية} \times \text{درجة الانحدار}}{٦٠}$$

توقيع خطوط الكنتور على الخريطة :-

يعتبر رصد نقط المناسيب المختلفة المرحلة الأولى لرسم خطوط الكنتور، وينبغى قبل توقيع خطوط الكنتور أن يقوم مصمم الخريطة باستعراض الصورة التوزيعية العامة لهذه النقاط على الخريطة وذلك للتعرف على أعلى المناسيب بالمنطقة وأدناها، كما ينبغى أن يكون واضح لدى

مصمم الخريطة أيضا قيمة «الفاصل الكنتورى» الذى تصمم على أساسه الخريطة.وفى الواقع تخضع عملية اختيار الفاصل الكنتورى للعديد من العوامل والمتغيرات وسوف نناقشها عندما نتناوله بالدراسة التفصيلية فيما بعد، وينبغى أن يتفق عدد خطوط الكنتور مع عدد نقط المناسيب فالتناسب الطردى أساس الملاقة السليمة فى أية خريطة كنتورية بين نقط مناسيبها وعدد خطوط الكنتور، أى أن أية زيادة فى نقط المناسيب ينبغى أن تقابلها زيادة فى عدد خطوط الكنتور.

أما إذا كانت المنطقة الممثلة على الخريطة قد رفعت بنقط مناسيب قليلة والمطلوب رسم خطوط كنتور على الخريطة توضح أدق تفاصيل للمنطقة فالأمر يتوقف على عمليات التحشية ورسم خطوط كنتور إضافية وذلك باستخدام المسافات الأفقية بين خطوط الكنتور الموقعة أصلاً على الخريطة، ولا يشترط أن تجد نقط مناسيب تتفق فى منسوبها وخطوط الكنتور المطلوب توقيعها على الخريطة، إذ أن نقط المناسيب تحدد كثافتها طبقاً لإمكانيات المسح الميدانى للمنطقة ويتم هذا التحديد فى الطبيعة قبل البدء فى أعمال المسح، بينما تصمم خطوط الكنتور على الخرائط بالمكتب، وبالعدد المطلوب وطبقا للحاجة إلى هذه الخطوط ويمكن رسم الخرائط الكنتورية بمعرفة درجة انحدار سطح الأرض.

وفى هذه الحالة يجب أن نعرف أولاً الحقائق التالية :-

١- انحراف الاتجاهات المختلفة للمنطقة ويحصل عليها بالقياس من الطبيعة باستخدام أجهزة قياس الاتجاهات كالبوصلة المنشورية أو التيودوليت وتقوم بتوقيع ذلك على الخريطة باستخدام المنقلة.

٢- درجة الانحدار بالنسبة لكل اتجاه ويحصل عليها من الطبيعة بواسطة جهاز الكلينوميتر.

٣- المسافة الأفقية بين كل خطى كنتور متتاليين فى كل اتجاه على حدة، ويمكن تحديدها باستخدام المعادلة التالية.

$$\text{المسافة الأفقية} = \frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{درجة الانحدار}}$$

٤- الفاصل الرأسى والذى يتم تحديده على أساس الغرض من استخدام الخريطة نفسها.

ويفضل مع تصميم هذه الخرائط أن تكون المنطقة محدودة المسافة وذات انحدارات منتظمة.

ولتوضيح ذلك نسوق المثال التالي:

مثال: انحرافات تل فى تسعة اتجاهات كالتالي:

٣٦٠° – ٤٧° – ٩٩° – ١٣٠° – ١٨٢°– ٢٠٧°– ٢٤٩° – ٢٩٣° – ٣٣٥°، ودرجة الانحدار على طول كل اتجاه بنفس الترتيب هى ٧٠° – ٦° – ٨° – ٥° – ٤° – ٥°– ٦°– ٧°– ٨°، والمطلوب رسم خريطة كنتورية لهذا التل بمقياس ١/ ١٠٠,٠٠٠ وبفاصل رأس قدره مائة متر مع ملاحظة أن قمة هذا التل يصل ارتفاعها إلى ٨٠٠ متر وقاعدته إلى ١٠٠ متر.

خطوات الحل:—

١– نضع نقطة فى وسط الورقة التى سنرسم عليها الخريطة وتمثل هذه النقطة قمة التل.

٢– نحدد انحرافات كل اتجاه عن اتجاه الشمال ابتداء من النقطة التى وضعناها فى منتصف الورقة فنرسم انحراف الاتجاه الأول عن الشمال بـ٣٦٠°، أى أنه هو نفسه اتجاه الشمال والثانى ينحرف عن الشمال بزاوية مقدارها ٤٧°، أى أن هذا الخط ينحرف صوب الشمال الشرقى وهكذا.

٣– نحدد المسافة الأفقية بين كل خطى كنتور فى كل اتجاه من الاتجاهات التسعة المذكورة (ولتحديد هذه المسافة نستعرض) المعادلة السابقة لنرى أى العناصر متوافر فى السؤال وأيهما ناقص.

فالفاصل الرأسى ثابت ومحدد بمائة متر، ودرجة الانحدار مذكورة بالنسبة لكل اتجاه، ورقم (٦٠) ثابت لا يتغير وتتبقى لدينا المسافة الأفقية فتقوم بحسابها بالنسبة لكل اتجاه.

٤– بعد أن نحصل على المسافة الأفقية نضرب هذه المسافة فى عدد خطوط الكنتور لنحصل على طول كل اتجاه فى الخريطة، ففى المثال الذى نحن بصدده نجد أن قمة التل ترتفع حتى ٨٠٠ متر وقاعدته تصل إلى ارتفاع ١٠٠ متر، أى أن الفارق بينهما يبلغ ٨٠٠ – ١٠٠= ٧٠٠ وبما أن الفاصل الرأسى هو ١٠٠ متر، إذن عدد خطوط الكنتور بالخريطة

$\frac{٧٠٠}{١٠٠}$ = ٧ فإذا كانت المسافة الأفقية فى الاتجاه الأول مثلا هى ٠,٨ سم فإن طول هذا الاتجاه = ٠,٨ × ٧ = ٥,٦ سم فنرسم الخط الأول بهذا الطول نقسمه إلى سبعة أجزاء طول كل جزء منها ٠,٨ سم.

٥- ونحسب المسافة الأفقية فى هذا المثال على النحو التالى:

المسافة الأفقية = $\frac{\text{الفاصل الرأسى} \times ٦٠}{\text{درجة الانحدار}}$

المسافة الأفقيـــية فى الإتجاه الأول = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٧}$ = $\frac{٦٠٠٠}{٧}$ = ٨٥٧ متر.

المســافة الأفـقية فى الإتجاه الثانى = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٦}$ = ١٠٠٠ متر.

المسافة الأفـقية فى الاتجاه الثالث = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٨}$ = ٧٥٠ متر.

المسافة الأفقية فـى الاتجاه الرابع = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٥}$ = ١٢٠٠ متر.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الخامس = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٤}$ = ١٥٠٠ متر.

المسافة الأفقية فى الاتجاه السادس = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٥}$ = ١٢٠٠ متر.

المسافة الأفقية فى الاتجاه السابع = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٦}$ = ١٠٠٠ متر.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الثامن = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٧}$ = ٨٥٧ متر.

المسافة الأفقية فى الاتجاه التاسع = $\frac{١٠٠ \times ٦٠}{٨}$ = ٧٥٠ متراً.

∴ مقياس رسم الخريطة هو ١/ ١٠٠,٠٠٠.

∴ المسافة الأفقية فى الاتجاه الأول= $\frac{٨٥٧٠٠}{١٠٠٠٠٠}$ = ٠,٨٥ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الثانى = ١٠٠٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ١ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الثالث = ٧٥٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ٠,٧٥ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الرابع = ١٢٠٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ١,٢ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الخامس = ١٥٠٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ١,٥ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه السادس = ١٢٠٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ١,٢ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه السابع = ١٠٠٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ١ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه الثامن = ٨٥٧٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ٠,٨٥ سم.

المسافة الأفقية فى الاتجاه التاسع = ٧٥٠٠٠ / ١٠٠٠٠٠ = ٠,٧٥ سم.

٦- بعد أن حددنا المسافة الأفقية بين كل خطى كنتور فى كل اتجاه من الاتجاهات التسعة فإننا نقوم بتحديد طول اتجاه على أساس أن هذا الطول عبارة عن حاصل ضرب المسافة الأفقية لكل اتجاه فى عدد خطوط الكنتور.

∴ طول الاتجاه الأول = ٠,٨٥ × ٧ = ٥,٩ سم.

طول الاتجاه الثانى = ١,٠ × ٧ = ٧,٠ سم.

طول الاتجاه الثالث = ٠,٧٥ × ٧ = ٥,٢ سم.

طول الاتجاه الرابع = ١,٢ × ٧ = ٨,٤ سم.

طول الاتجاه الخامس = ٥,١ × ٧ = ١٠,٥ سم.

طول الاتجاه السادس = ١,٢ × ٧ = ٨,٤ سم.

طول الاتجاه السابع = ١,٠ × ٧ = ٧,٠ سم.

طول الاتجاه الثامن = ٠,٨٥ × ٧ = ٥,٩ سم.

طول الاتجاه التاسع = ٠,٧٥ ٧ = ٥,٢ سم.

فنرسم الاتجاه الأول (٣٦٠°) بطول ٥,٩ سم ونقسمه إلى سبعة أقسام، طول كل قسم منها ٠,٨ سم، والاتجاه الثانى (٤٧°) بطول ٧ سم ونقسمه إلى سبعة أقسام طول كل قسم منها ١ سم وهكذا فى بقية الاتجاهات.

٧- نوصل بين خطوط التقسيم فى كل اتجاه فنحصل على خطوط الكنتور.

٨- نحذف خطوط الاتجاهات المساعدة.

٩- نرفق بالخريطة الكنتورية مقياس الرسم ١/ ١٠٠,٠٠٠ ونقوم بترقيم خطوط الكنتور فنحصل على خريطة كنتورية لهذا التل بمقياس ١/ ١٠٠,٠٠٠ وبفاصل رأس ١٠٠ متر.

الطرق المساحية لعمل الخرائط الكنتورية :-

يتطلب إخراج الخرائط الكنتورية بعض الأعمال المساحية الدقيقة وتتم هذه الأعمال بعدة طرق لعل أهمها:-

١ - طريقة الميزانية الشبكية :-

ويهدف هذا النوع من الميزانية إلى رصد ارتفاعات الأرض فى عدة اتجاهات لمعرفة كل تغير لسطح الأرض وإظهار ذلك على الخريطة، وتتناسب هذه الطريقة فى طبيعتها مع الأراضى السهلية أو الخفيفة الانحدارات، هذا بالإضافة إلى كونها تعد من الطرق السريعة خاصة إذا كان العمل مطلوب فى مناطق محدودة المساحة.

ويلزم لإتمام العمل فى هذا المجال تجهيز الميزان [1] والقامة وبعض الأدوات المساحية الأخرى مثل البانتوميتر والمثلث المساح والأوتاد والشواخص والشوك، ويتم العمل وفق أسلوبين رئيسيين هما:

* استخدام أسلوب المربعات.
* استخدام أسلوب المحاور.

---

(١) هناك أنواع عديدة من الموازين منها:

أ- ميزان دمبى Dumpy level ومنظار هذا الميزان ثابت بصورة دائمة على حامليته.

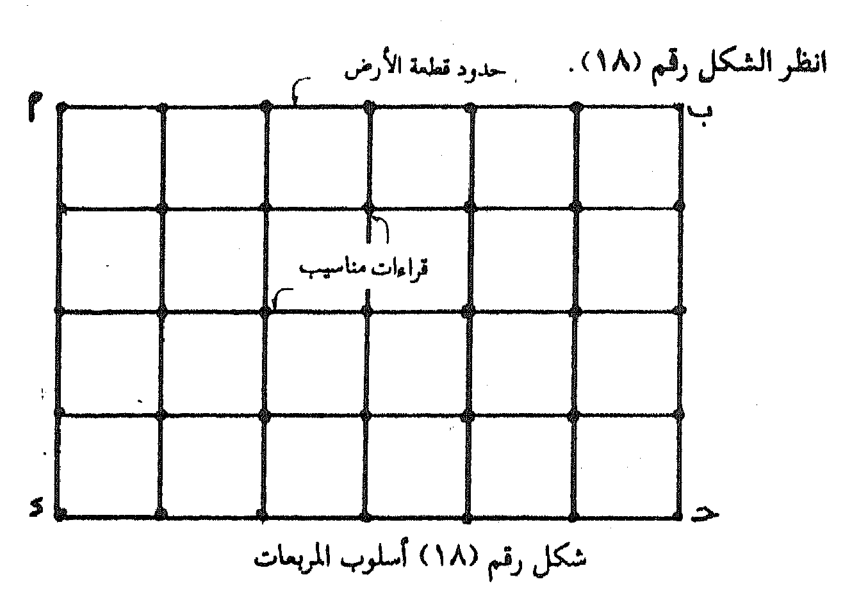
ب- ميزان واى Wye level وفى هذا الميزان يكون المنظار مرتكز على قاعدتين بشكل حرف y وبالتالى يمكن دورانه حول محوره، كما يمكن رفعه باستبدال جانبه الأمامى بالخلفى وهذه ميزة تساعد على ضبط الميزان.

جـ- ميزان كوك: يشبه ميزان واى إلى حد كبير إلا أن منظار هذا الميزان يمكن سحبه من مركزه دون رفعه.

* **أسلوب المربعات:-** ويعنى أسلوب المربعات أن تقوم بتقسيم الأرض المطلوب إيجاد نقط المناسيب المختلفة لها إلى مجموعة من المربعات أو المستطيلات المتساوية، وتختلف هذه التقسيمات طبقا لانحدار سطح الأرض ومساحتها ويستخدم فى ذلك الشريط أو الجنزير والمثلث المساح.

ومن المعتاد لعمل ذلك انتخاب خط أساسى بالأرض تثبت عليه أوتاد تكون على مسافات متساوية، ثم إقامة أعمدة على الخط عند مواضع هذه الأوتاد وذلك باستخدام المثلث المساح، وأيضا دق أوتاد على هذه الأعمدة على مسافات متساوية أيضا ثم نقوم بتعيين مناسيب أركان الأشكال الناتجة بالأوتاد.

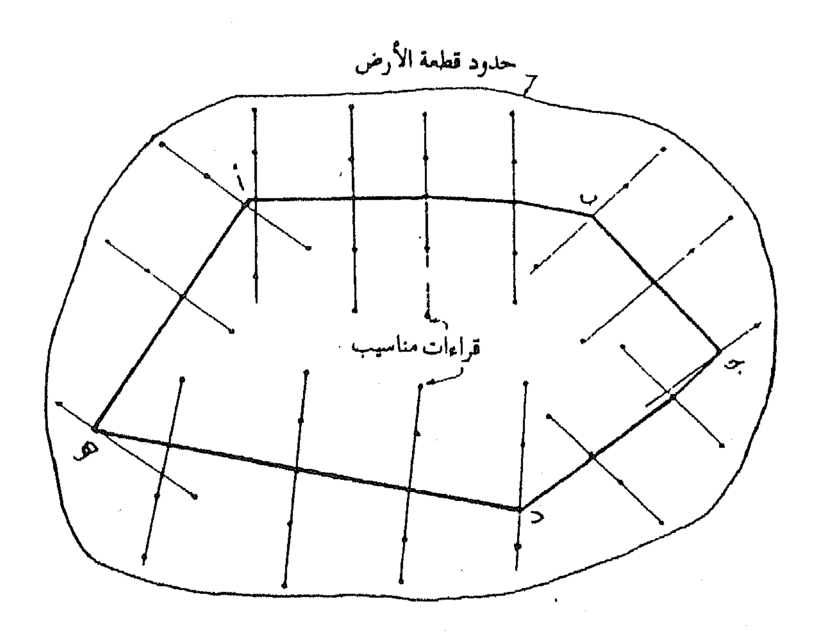
انظر الشكل رقم (١٨).



شكل رقم (١٨) أسلوب المربعات

* **أسلوب المحور:-** وهنا يتم تثبيت محور تقسيم يقع فى موقع متوسط بالنسبة لقطعة الأرض المراد رفع مناسيبها ولابد أن نميز هذا المحور بأوتاد واضحة أو شواخص ثم نقوم بإقامة أعمدة عليه على مسافات متساوية، وأيضا يتناسب هذا الأسلوب مع الأراضى الخفيفة الانحدارات والأراضى السهلية، أما إذا كانت الأرض ذات انحدارات متباينة فينبغى أن نقيم أعمدة عند كل نقطة يتغير عندها انحدار سطح الأرض، ومن ثم نقوم بإنشاء قطاعات عرضية عمودية على المحور حيث تنقل القامة المدرجة يساراً ثم يميناً عند كل نقطة يلاحظ فيها اختلاف انحدار سطح الأرض.

انظر الشكل رقم (١٩).



شكل رقم (١٩) أسلوب المحور

٢- طريقة الميزانية الكنتورية :-

وتتناسب هذه الطريقة بأساليبها المختلفة مع المناطق ذات الأراضى المرتفعة كالتلال والهضاب، وتتنوع أساليب العمل بهذه الطريقة فمنها أسلوب الإشعاع والأسلوب المباشر وأسلوب النقط المبعثرة، ويستعمل جهاز البلانشيطة مع الأساليب الثلاثة السالفة الذكر وملخص العمل بهذه الأساليب يتلخص فى تشكيل مضلع (ترافرس)مقفل يحيط بالمنطقة المراد إجراء الميزانية لها ويصحح هذا الترافرس ويضبط ويوقع على لوحة من الورق بمقياس رسم ثم يتم حساب مناسيب نقط رؤوس هذا المضلع.

وبعد ذلك يتم تحديد مواقع النقط المراد معرفة مناسيبها ويتم قياس ذلك بالاتجاه والمسافة، ويحدد الاتجاه بواسطة الأليداد عن طريق خط النظر الذى يصنعه منظاره، أما المسافة فتقاس عن طريق شعرات الاستاديا بالطريقة التاكيومترية.

تظليل وتلوين الخرائط الكنتورية:-

يعنى تظليل أو تلوين التضاريس إبراز أشكال سطح الأرض المختلفة باستخدام تباين توزيع الظلال ليتمكن الناظر إلى هذه الخرائط من إدراك البعد الثالث لأى مظهر تضاريسى وهذا يعنى أن الأمر كله يعتمد على استخدام الضوء لتحقيق التأثير البصرى، وقد جرت عدة محاولات لتظليل وتلوين التضاريس وذلك لإبراز تفاصيل العنصرين الأساسيين وهما عنصر الاستواء والانحدار، وقد كانت فى معظمها محاولات لا تتعدى استخدام الرمز أو الرسم وأحياناً التخطيط والتصوير بطريقة الظل أو اللون وفى الواقع فقد تمت هذه المحاولات دون ما الرجوع إلى قياسات دقيقة.

وما ينبغى هنا أن نؤكد عليه هو أنه ينبغى أن يتوفر فى الخريطة الملونة التى توضح تضاريس سطح الأرض عناصر الجذب وذلك للحصول على استجابة عقلية مناسبة ومرغوبة من قبل مستخدم الخريطة وذلك عن طريق إثارة الحواس البصرية (الإدراكية) لدى المستخدم ويستعمل فى ذلك الظلال والألوان المتباينة[1].

ولا شك أنه كان فى طريقة «ليمان» لتمثيل التضاريس نقطة البداية الحقيقة للبحث فى هذا المجال وتتبلور نظرية التظليل على أساس أنه لو أحضرنا نموذج تضاريسى مجسم لمنطقة ما وأسقطنا عليه الضوء من وضع رأسى فستتكون مجموعة من الظلال على المنحدرات وسيختلف درجة لونها باختلاف درجات انحدارها وبالتالى فستكون المناطق المستوية ذات لون فاتح، وقد أجريت تجارب عديدة على نماذج تضاريسية مجسمة لتحديد أفضل تأثير بصرى فى التظليل واتضح أن هذا يتحقق بأن يكون مصدر الضوء من الجهة الشمالية الشرقية للجسم، وذلك حيث يتواءم الظل مع اتجاه النظر وهذا معناه أن العين تجد صعوبة فى تمييز أشكال التضاريس إذا كان النظر من الجهة الجنوبية الشرقية أو الجنوبية الغربية. ويذكر «أحمد مصطفى» أن النظر إلى الصورة الجوية من أى اتجاه غير الاتجاه الصحيح يصعب من تفسيرها، إذ يبدو أن العين تتكيف مع الضوء من أعلى ومن ثم مع الظل من أسفل وبناء عليه فإن الظلال التى تبدو باتجاه صاعد

---

(١) للاستزادة: راجع.

Meihoefer H. J. the Utility of the circle As An Effective cartographic symbol, the conadian cantograply vol. 6. No.2. 1969, P. P. 105. 117.

وعلى الرغم من سهولة تنفيذ هذه الطريقة إلا أنه يصعب معها تكرار درجة الظل عند إعادة التظليل لإنتاج خريطة أخرى جديدة لنفس المنطقة، وبصفة عامة فإن طريقة التظليل اليدوى تتطلب الوقت والجهد الكبيرين والمهارة الفائقة علاوة على أنه مع هذه الخريطة تضعف قدرة قارئ الخريطة فى التمييز بين الأراضى المرتفعة والأخرى المنخفضة، كما يصعب تحديد نسب ومعدلات الانحدارات، وأخيرا فإن طريقة التظليل اليدوى تعتمد على خيال الكرتوجرافى، وقدرته على تصور أشكال الظاهرات التضاريسية المختلفة وتوقيعها وهذا ولا شك سيختلف من مصمم إلى آخر مما لا يجعلنا لا نثق كلياً بهذه الطريقة ولا يمكن الاعتماد عليها فى استقصاء أى معلومات مورفومترية منها.

٢- أسلوب التظليل باستخدام الصور الجوية:-

تظهر بعض أنواع الصور الجوية[1] المظاهر التضاريسية بأشكالها الحقيقية ولذلك فقد اعتمدت على هذه الصور فى تمثيل تضاريس سطح الأرض منذ فترة طويلة، وقد كان الاستخدام المكثف لهذا الأسلوب فى العديد من الخرائط العسكرية التى استخدمت فى بعض معارك الحرب العالمية الثانية.

ويمكن بواسطة الاستريوسكوب (**انظر الشكل رقم ٢٠**) وأزواج من الصور يمكن الإحساس بالتجسيد لمظاهر السطح الموضحة بالصور وبالتالى نقل هذا على ورق الكلك، وفى الواقع فإن الإبصار المجسم هو الإبصار الذى يدرك فيه الإنسان أعماق الأشياء ويفرق فيه ما بين النقط القريبة منه والنقط البعيدة عنه، أى أنه يمكن أن يُرى معه الأبعاد الثلاثة لأى جسم فى الطبيعة.

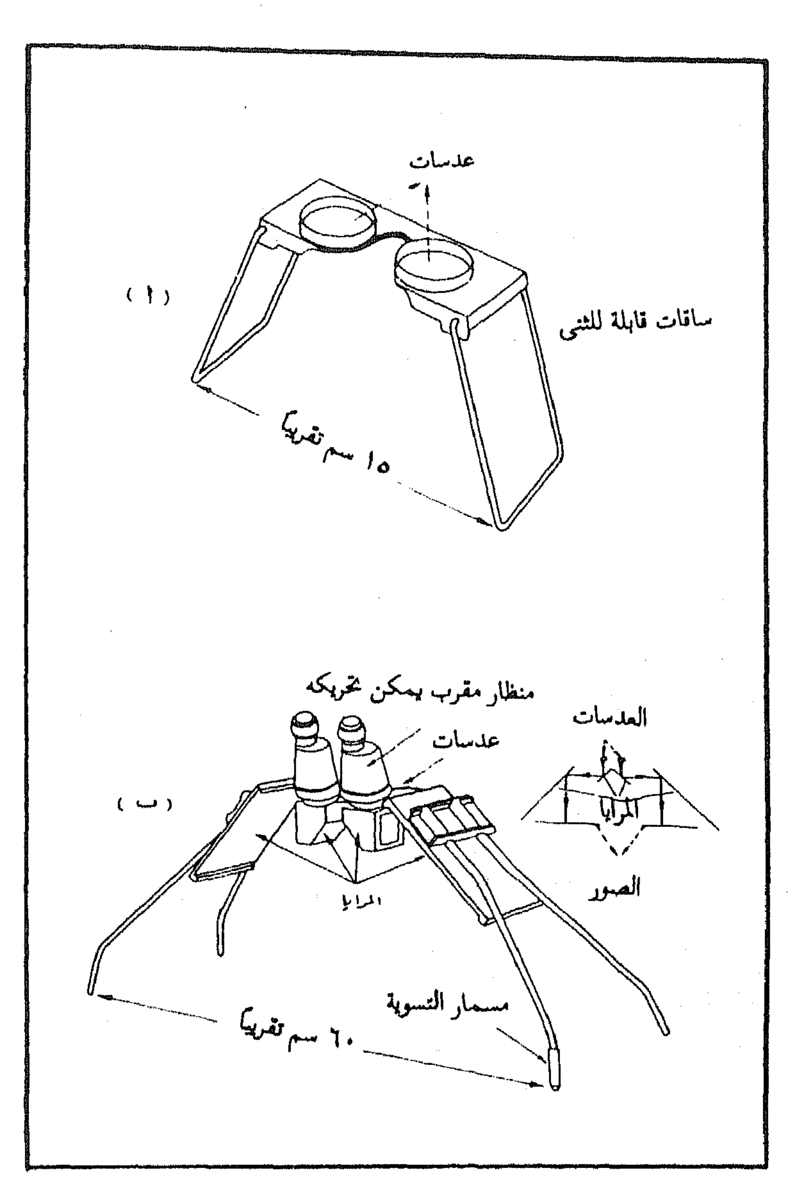
---

(١) أنواع الصور الجوية: ثلاثة أنواع:

* الصور الجوية الرأسية Vertical وتؤخذ وعدسة التصوير فى وضع رأسى،أى أن محور الصورة متعامد على سطح الأرض وغالباً لا تزيد درجات ميول هذه الصور عن ± ٣ عن درجة التعامد وهى ٩٠ درجة.

* الصور الجوية المائلة قليلاً Oblique ويكون محور الصورة مائلاً بدرجة تزيد عن ٣ درجات.

* الصور الجوية المائلة ميلاً شديداً High oblique ويظهر على هذه الصورة الأفق.



شكل رقم (٢٠) التجسيم باستخدام الصور الجوية

ولكن لكى تتم الرؤية المجسدة للظاهرات ينبغى أن توضع الصورتين الجويتين تحت جهاز الاستريوسكوب بنفس ترتيبهما عند الالتقاط، وأيضا ينبغى أن يكون هناك جزء مشترك بين الصورتين أى أن المنطقة التى ترى مجسمة لابد أن تصور من نقطتين مختلفتين، هذا ويفضل فى الرؤية المجسدة أن تكون قوة العينين متساوية أو متقاربة وليس بهما عيوب خلقية كالحول أو

الاستجماتزم، وتعتبر هذه الطريقة عملية وسريعة وموثوق بناتجها إذا ما توفر غطاء كامل من الصور الجوية للمنطقة المراد تمثيلها بخريطة تظليل التضاريس، إلا أنها أيضا تعتمد على خيال الكرتوجرافى ومدى مقدرته على تصور المظاهر التضاريسية والتعبير عنها من خلال الرؤية المجسدة لها بواسطة الجهاز.

٣- أسلوب التظليل باستخدام الكمبيوتر:-

يمكن التوصل إلى معرفة كثافة الضوء وذلك من خلال معرفة زاوية ميل السطوح واتجاهاتها بالنسبة للمستوى الأفقى، والمستوى العمودى، وقد أمكن التوصل إلى العلاقة الرياضية فى هذا الموضوع على أيدى بعض علماء الرياضة الألمان إذ وضعوا المعادلة الرياضية لذلك وهى كالتالى:-

كثافة الضوء = جا د أ × جا د ب + جتا د أ × جتا د ب × جا د جـ.

حيث أن :-

‹ أ : هى الزاوية المحصورة بين المستوى الرأسى والأشعة الضوئية.

‹ ب: هى الزاوية المحصورة بين الاتجاه العمودى والمستوى الرأسى.

‹ جـ: هى زاوية الميل.

وفى الواقع فإن إتمام حسابات هذه المعادلة كان كثيراً ما يتطلب الوقت الطويل، ولكن بظهور الحاسبات الآلية والاعتماد عليها فى هذا المجال أمكن توقيع الظلال الدالة على التضاريس بالخرائط.

ويمكن تتبع خطوات العمل فى هذه الطريقة على النحو التالى:

١- تقسيم النموذج الصلب والدال على جزء من سطح الأرض إلى أقسام صغيرة.

٢- حساب كثافة الضوء فى كل وحده صغيرة من الوحدات المقسمة على حده، وقد تم تغذية الكمبيوتر ببرنامج خاص بحيث يعطى لكل كثافة ضوء نمط معين من الظل، وقد أمكن بطريقة الكمبيوتر تحويل قيمة كثافات الضوء المختلفة على السطوح إلى أنماط ظلالية محددة.

وقد رأى «أحمد مصطفى»[1] أن إعداد هذا النوع من الخرائط يتم فى ثلاثة مراحل هى:

١- مرحلة إعداد وتوفير البيانات اللازمة لحساب كثافة الضوء.

٢- مرحلة حساب كثافة الضوء.

٣- مرحلة التمثيل الكرتوجرافى للبيانات الإحصائية.

وما من شك فى أن هذه الطريقة مرتبطة وإلى حد كبير باستخدام الحاسبات الآلية، وبالإضافة إلى ذلك فإن استخدام هذه الطريقة مكنت من تلافى بعض القصور فى الطرق الأخرى، إذ يمكن أخذ بعض القياسات المورفومترية عن أشكال سطح الأرض المختلفة فى هذه الخريطة، وعلى الرغم من ذلك فالخريطة هنا لا زالت تحمل قدراً كبيراً من الصعوبة فى التمييز بين أنواع الظلال المختلفة بها مما يعوق قراءتها وتحليلها بسهولة.

تلوين الخريطة الكنتورية:-

استخدمت الألوان بتوسع كبير فى الخرائط الطبوغرافية والكنتورية بعد الحرب العالمية الثانية، وقد ساعد على التوسع فى هذا الاستخدام تطور تقنية طباعة هذه الخرائط إذ ساعدت الطباعة التصويرية والإلكترونية على ذلك - ومما لا شك فيه أن اللون ذو تأثير إيجابى كبير على مستخدم الخريطة إذ يساعد على الإحساس بالارتفاع والاستواء والانحدار للسطح فى الخريطة الكنتورية، ويمكن استخدام لون واحد فى إبراز تضاريس المنطقة باختلاف أنواعها حيث يستخدم اللون بدرجاته المتفاوته فيستخدم مثلاً اللون البنى الغامق فى إبراز أعلى تضاريس بالخريطة، والبنى الفاتح مع التضاريس ذات المناسيب الأقل، كما يمكن استخدام عدة ألوان مختلفة لتجنب استخدام الألوان الداكنة التى يؤدى استخدامها إلى طمس بعض التفاصيل - المواقع والأسماء - فى المناطق ذات التضاريس المرتفعة، وعندما تستخدم ألوان عدة فى إبراز تضاريس الخريطة فينبغى أن تتم عملية الاختبار بدقة حتى يعطى تدرج هذه الألوان التأثير المطلوب، أو بمعنى آخر إنه إذا لم تستطع الألوان بدرجاتها المتفاوتة نقل الإحساس بتباين السطح تكون قد أعطت انطباع خطأ عن تضاريس الخريطة.

(١) أحمد مصطفى، المرجع السابق، ص ١٤٥.

ويمكن استخدام اللون الأصفر الفاتح والداكن والبرتقالي ثم اللون البني بدرجاته المختلفة، وفي المناطق المرتفعة جداً قد يستخدم اللون البنفسجي والأبيض في مناطق قمم الجبال التي تغطيها الثلوج بشكل دائم، كما يمكن أن يخصص اللون الأخضر للمناطق الساحلية ذات المنسوب المنخفض، والأزرق بدرجاته المختلفة للمسطحات المائية حسب العمق ويلزم لتلوين الخريطة اتباع الخطوات التالية :-

١- تحبر الخريطة بالحبر الأسود الذى لا يتأثر بالماء ويشمل التحبير الإطار والسواحل والخطوط الرئيسية بالخريطة.

٢- نشد الخريطة على اللوحة الخشبية بواسطة شريط الورق اللاصق من الأربع جهات ونبلل قطعة قماش بالماء ونمسح بها سطح الورقة المرسوم عليها الخريطة، ويفضل أن تكون نوع الورقة من البرستول الذى يتشرب الألوان وتترك الخريطة لتجف تماماً.

٣- نجهز الألوان المائية المستخدمة فى عملية التلوين وذلك بتحضير كل لون من الألوان المستخدمة فى كوب خاص به وتضاف نسبة الماء المطلوبة لإذابة اللون.

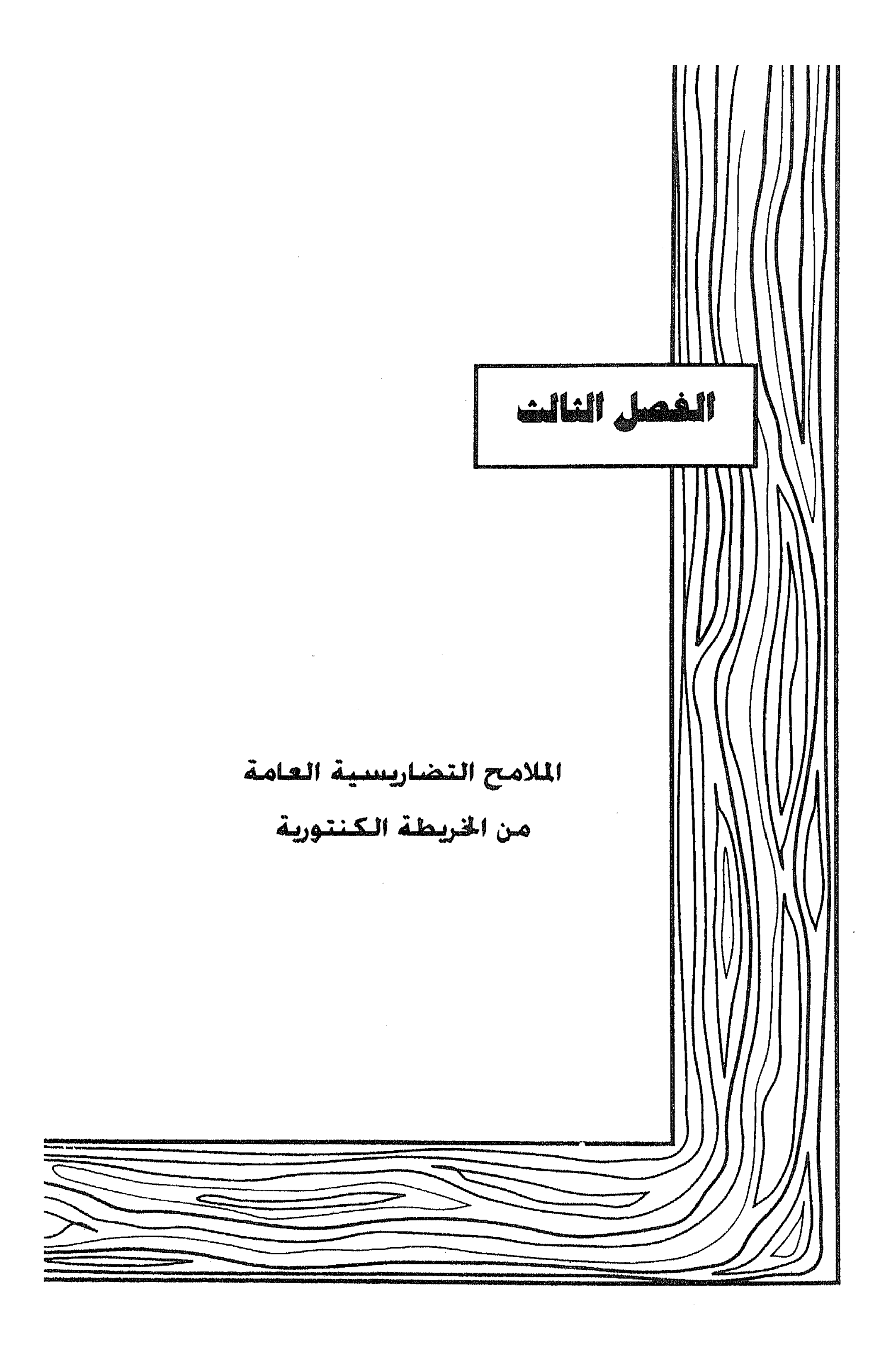
٤- نحدد عدد خطوط الكنتور والمساحات البنية الواقع بينها والمطلوب تغطيها بالألوان المحددة.

٥- نبدأ فى تلوين الخريطة ويكون هذا من الجهة الشمالية بالخريطة وتنتهى بالأجزاء الجنوبية لتجنب أخطاء التلوين ونراعى أن تكون الفرشاه المستخدمة فى التلوين من النوع الجيد ومن ثم فأثناء إغماسها فى اللون تكون ممتلئة ولا تجف بسهولة ويفضل أن تتم عملية التلوين للخريطة على سطح مائل فهذا أفضل للتحكم، كما ينبغى أن يعد من قبل الكرتوجرافى فرشاه تعمل كمجفف لالتقاط زائد اللون من على المساحة الملونة.

٦- ينبغى أن يكون التلوين بحسب الفرشاة المملؤة باللون فى اتجاه واحد، إذ أن الإعادة باللون فى أكثر من مرة يظهر اللون أكثف فى درجته من غيره من الألوان المجاورة فى اللوحة.

٧- ينبغى التأكد من جفاف اللون تماماً قبل البدء فى التلوين بلون آخر يكون مجاوراً فى مساحته للون الألوان حتى لا يحدث المزج بين الألوان ويسبب فساد الخريطة.

٨- بالانتهاء من تلوين كل المساحات المطلوبة وجفافها تماماً يقوم الخطاط بكتابة المعالم الرئيسية على الخريطة، وباستخدام القاطع الحديدى نقوم بقطع حواف الخريطة وفصلها عن اللوحة الخشبية.



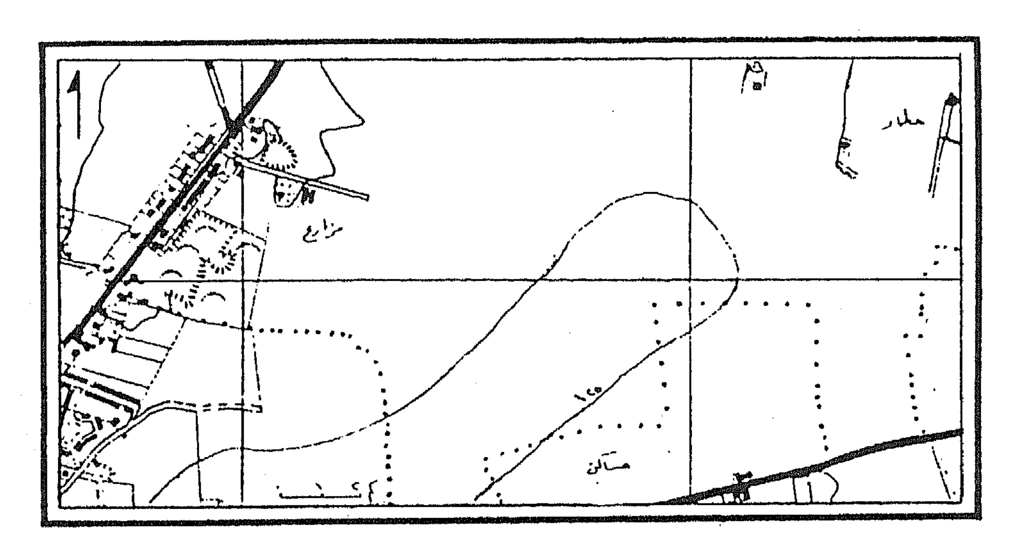
الفصل الثالث

الملامح التضاريسية العامة
من الخريطة الكنتورية

ثانيا: الأرض المستوية: Flat Land

تتباعد هنا خطوط الكنتور بشكل كبـير مع وجود نقط مناسيب بهدف إظهار أية ملامح تضاريسية تفصيلية - إن وجدت، والفارق بين الأرض المستوية والأرض المستوية تمامًا Feniend أن الأولى تحتوى على خطوط كنتور تبرز بعض التباينات فى المنسوب.

ويظهر الشكل رقم (٢٢) مثالاً لمنطقة مستوية قرب دونهام ماركت بمقاطعة نورفوك ببريطانيا يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٢٢) أراضى مستوية

أ- يتراوح منسوب سطح الأرض هنا ما بين ٧٠ إلى ١٣٠ قدماً فوق مستوى سطح البحر، ومن ثم فإنها تعتبر أراضى سهلية مستوية.

ب- يوجد بالمنطقة انحدار كاف يجعل الماء ينساب بشكل طبيعى دون الحاجة إلى نظم الصرف الاصطناعية.

جـ- لاستواء السطح بالمنطقة ميزة كبيرة بالنسبة للاستخدام الزراعى للأرض.

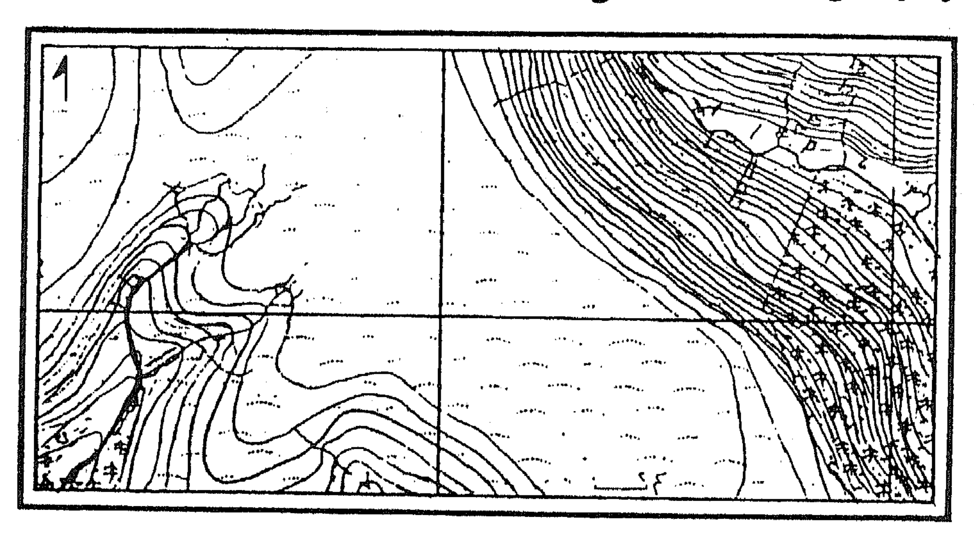
د- يلاحظ وجود ميناء جوى فى أقصى الشمال الشرقى ساعد على إقامته هنا ما يتميز به السطح من استواء.

ثالثا: المناطق المرتفعة مستوية السطح: Flat Upland

يندر وجود خطوط الكنتور بشكل عام فى المناطق المستوية سواء كانت مرتفعة أو منخفضة، وتعرف مناسيب الأراضى المستوية أساساً من خلال خطوط الكنتور المحيطة بها أو من خلال نقط المناسيب إن وجدت.

وقد تمثل الأراضى المستوية الواقعة على مناسيب مرتفعة سطح هضبة بركانية تغطت قممها بطفوح لافية، أو سطح مظهر تضاريسى مرتفع تمت تسويته بفعل عمليات التعرية النشطة.

ويبين الشكل رقم (٢٣) منطقة مرتفعة مستوية السطح فى جبال «بنين» شمال غرب دربشير يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٢٣) أراضى مستوية على منسوب مرتفع بجبال بنين فى بريطانيا

أ- نظراً لندرة الأراضى المستوية فى المناطق الجبلية نجدها هنا محدودة المساحة والامتداد بالمقارنة بالمناطق الموضحة بالخريطتين السابقتين.

ب- أن ارتفاع المنطقة المستوية هنا ليس كبيراً.

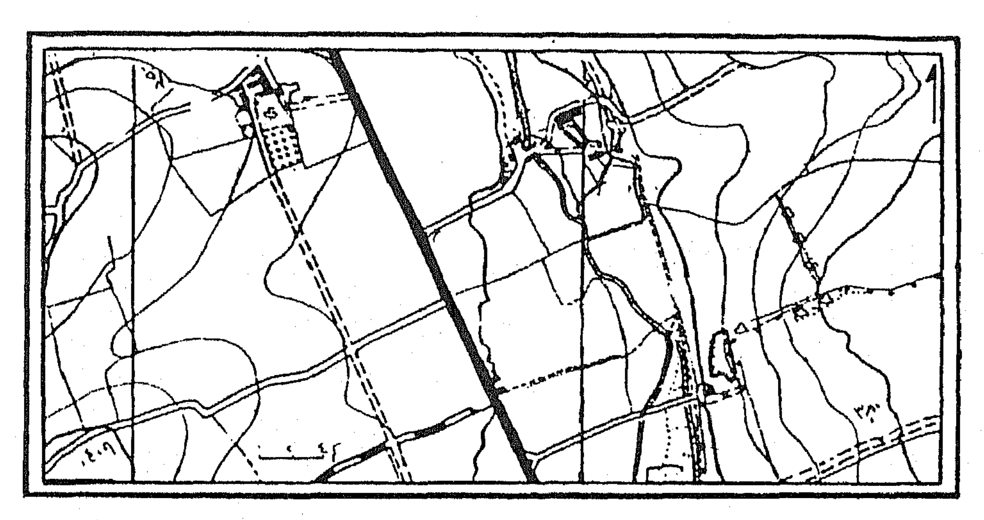
جـ- الانحدار العام للأرض ١ : ٢٠٠ أو ٢٥ قدم لكل ٥٠٠٠ قدم.

د- تحاط المنطقة المستوية بالخريطة بسفوح شديدة الانحدار والتقطع بفعل أودية عميقة.

رابعا: الانحدار المعتدل: Moderate Slape

يبدو واضحاً من تباعد خطوط الكنتور عن بعضها وذلك بصرف النظر عن تساوى المسافات فيما بينها.

وتوضح الخريطة رقم (٢٤) سفحاً ذا انحدار هين (لطيف) فى منطقة هير تفور دشير Hertford Shire يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٢٤) انحدار لطيف (هين) ومعتدل

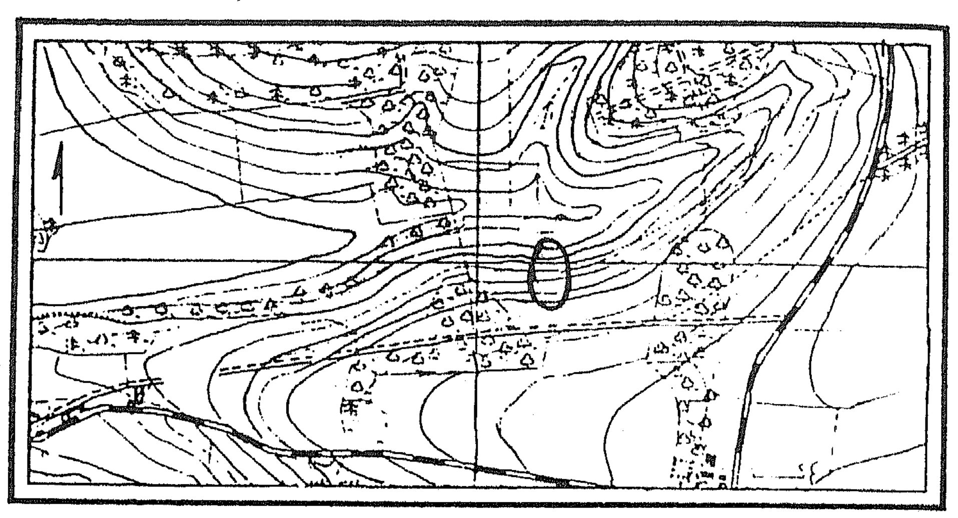
أ- ترتفع الأرض إلى الغرب من النهر بانحدار لطيف يبلغ معدله ١ : ٢٥.

ب- يشتد الانحدار فى الجانب الشرقى بحيث يبلغ معدله ١ : ١٥.

جـ- يمكن اعتبار المنطقة ككل معتدلة الانحدار.

خامسا: الانحدار الشديد A Steep Slope :

يظهر من خلال وجود عدد كبير من خطوط الكنتور تمتد متقاربة من بعضها كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٢٥) الذى يمثل منطقة شديدة الانحدار قرب تل أويرن Iwerne Hill بمقاطعة دورست يمكن أن تظهر منها الخصائص التضاريسية وملامح سطح الأرض كمايلى:



شكل رقم (٢٥) انحدارات شديدة بمنطقة تل إرون فى منطقة دور ستشير

أ- يبلغ معدل الانحدار داخل الدائرة الممثلة على الخريطة ١ : ٣ وهو انحدار شديد بحيث يصعب تماما من طريق برى متعامد على خطوط الكنتور فى هذا الموضع.

ب- يلاحظ من الخريطة امتداد الطريق البرى- فى قطاع طويل منه - فى موازاة خطوط الكنتور خاصة فى الجزء الجنوبى.

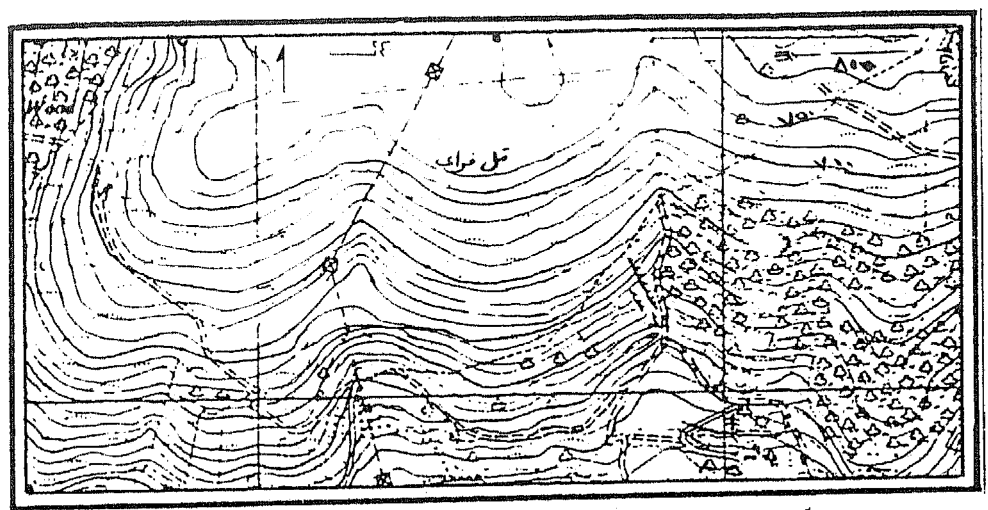
سادسا: الانحدار المحدب Convex Slope :

تظهر خطوط الكنتور فى هذا السفح متباعدة فى أعلاه بينما تقترب من بعضها بالاتجاه إلى أسفل المنحدر Down Slope ،كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٢٦) الذى يمثل منطقة تلال منديب Mendip فى مقاطعة سمرست فى بريطانيا والتى نلاحظ منها الخصائص التضاريسية التالية :-

أ- انحدار السفح باتجاه الجنوب الشرقى من تل «فراى» فى شكل محدب.

ب- يزداد انحدار أقدام السفح باتجاه الجنوب وذلك بشكل تدريجى.

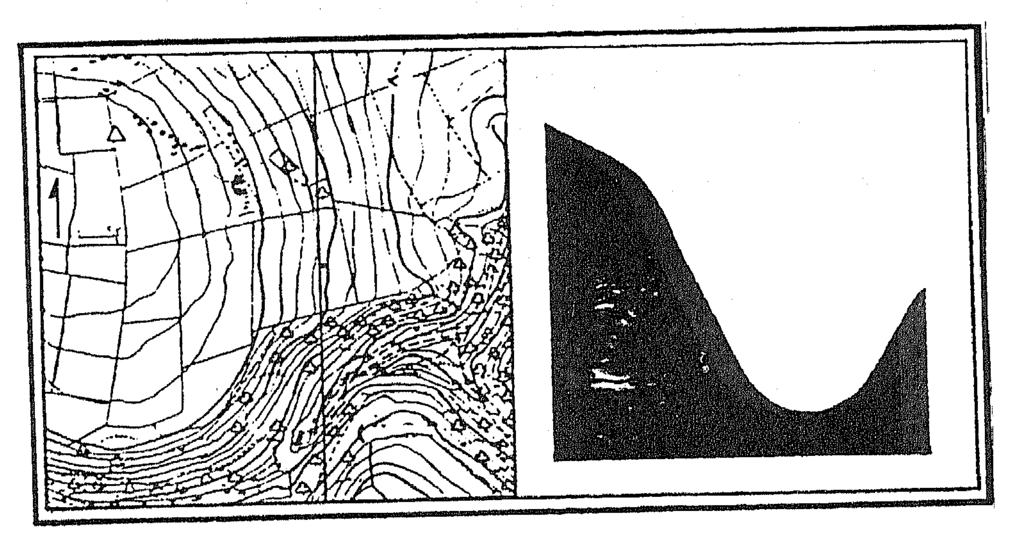
جـ- يتراوح معدل الانحدار بين ١ : ٦ فيما بين خطى كنتور ٧٠٠و ٦٠٠ قدم، و١ :٤ ما بين خط الكنتور الأخير وخط كنتور ٥٠٠ علماً بأن مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥,٠٠٠.



شكل رقم (٢٦) انحدار محدب بمنطقة تلال منديب فى بريطانيا [٨]

سابعاً: الكتف التضاريسى: Shoulder

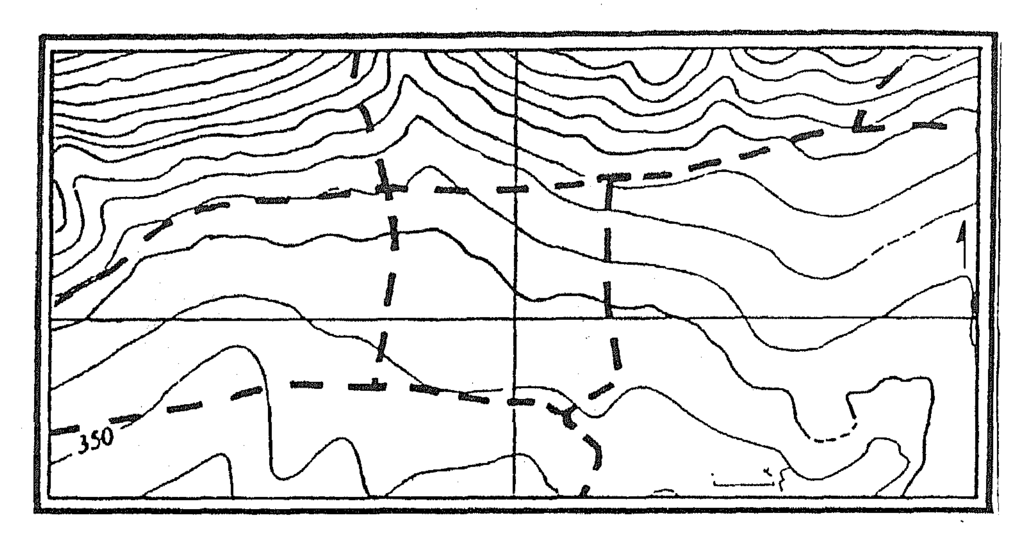
يتضح هذا المظهر التضاريسى من الشكل رقم (٢٧) حيث يتميز انحدار السفح نحو الجنوب من الحقول العليا بشكله المحدب ويظهر الانتقال من الانحدار اللطيف إلى الانحدار الشديد بشكل مفاجئ وحاد، ويعرف الانحدار الحاد أسفل الكتف بالجبهة Brow .



شكل رقم (٢٧) كتف تضاريس بمنطقة تريشير

ثامناً: السفح المقعر : Concave- Slope

يمكن إبرازه من الخريطة الكنتورية من خلال ظهور عدد من خطوط الكنتور المتقاربة أعلى السفح تتجه للتباعد بشكل واضح نحو أقدامه، وتظهر الخريطة التالية بالشكل رقم (٢٨) مثل هذا المظهر التضاريسي بمنطقة قرب مدينة سانت كلير بمقاطعة كنت بانجلتر حيث يلاحظ منها:



شكل رقم (٢٨) انحدار مقعر قرب سانت كلير بمقاطعة كنت فى بريطانيا

أ- انحدار السفح من منسوب ٦٠٠ قدم أعلى السفح فى الشمال إلى ٣٥٠ قدما على الحافة الجنوبية.

ب- اقتراب خطوط الكنتور من بعضها كلما زاد ارتفاع الأرض مما يشير إلى الشكل المقعر للسفح.

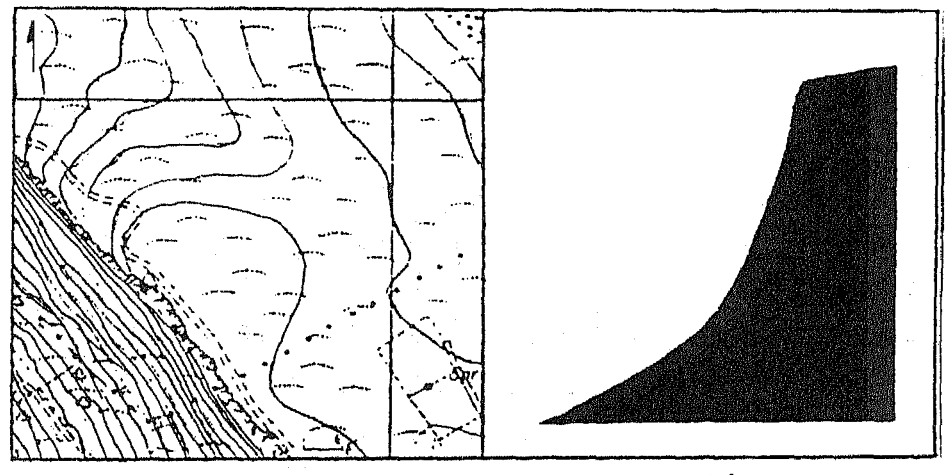
جـ- يبلغ الانحدار عند أقدام السفح ١ : ٢٥ فقط، بينما يزداد معدله بشكل كبير عند قمته (قمة السفح) حيث يصل إلى ١ : ٥.

تاسعاً: الحافة المنحدرة Edge Or Scar

عندما يكون السفح شديد الانحدار عند قمته تظهر خطوط الكنتور شديدة التقارب من بعضها بحيث يصعب رسمها، ويبدو الشكل العام للسفح هنا كوجه صخرى شبه رأسى -Near

ely- Vertical- Rock- Fac يطلق عليه حافة حادة الانحدار، وكثيرا ما نجد هذا الملمح التضاريسى واسع الانتشار فى سلاسل جبال البحر الأحمر بالصحراء الشرقية وخاصة على جوانب الأودية المتجهة نحو البحر الأحمر فى الشرق وكذلك فى جبال سيناء، وكذلك يظهر فى كثير من قطاعات أوجه الكويستات المطلة على المنخفضات الصحراوية بصحراء مصر الغربية.

وتعد حافة كوربر Curber Edje الموضحة بالخريطة بالشكل رقم (٢٩) واحدة من الحافات البارزة فى جبال «بنين» فى انجلترا، قارن بين هذا الشكل الموضح بالخريطة رقم (٢٩) والشكلين الموضحين بالخريطتين رقم (٢٧) ورقم (٢٨) لتظهر الفارق بينها كملامح تضاريسية مميزة.



شكل رقم (٢٩) حافة حادة الانحدار بمنطقة دربشير

ويظهر بالخريطة شكل رقم (٣٠) تل انجلبورو Ingleleborough Hill بمقاطعة يوركشيير يلاحظ منها ما يلى:

أ- اقتراب شديد لخطوط الكنتور من بعضها على جميع جوانب التل.

ب- استواء القمة تقريبا مع شدة انحدار السفوح فى جميع الاتجاهات تقريبا.

جـ- ينحدر السفح الشمالى للتل انحداراً أشد من أى جانب آخر للتل حيث يصل معدل انحداره نحو ١ : ٢.

د- يلاحظ كذلك شدة انحدار الممر الذى يهبط من قمة التل نحو الشمال الغربى، ويمكن تحديد معدل انحداره من الخريطة إذا علمنا أن مقياس رسمها ١ : ٢٥,٠٠٠.

هـ- يبلغ الفاصل الكنتورى بالخريطة ٢٠ قدماً والفارق التضاريسى بها نحو ٩٥٠ قدم، وأقصى ارتفاع ٢٣٥٠ قدم، بينما تقع أدنى نقطة فى الشمال الغربى وقدرها ١٤٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر.[١]



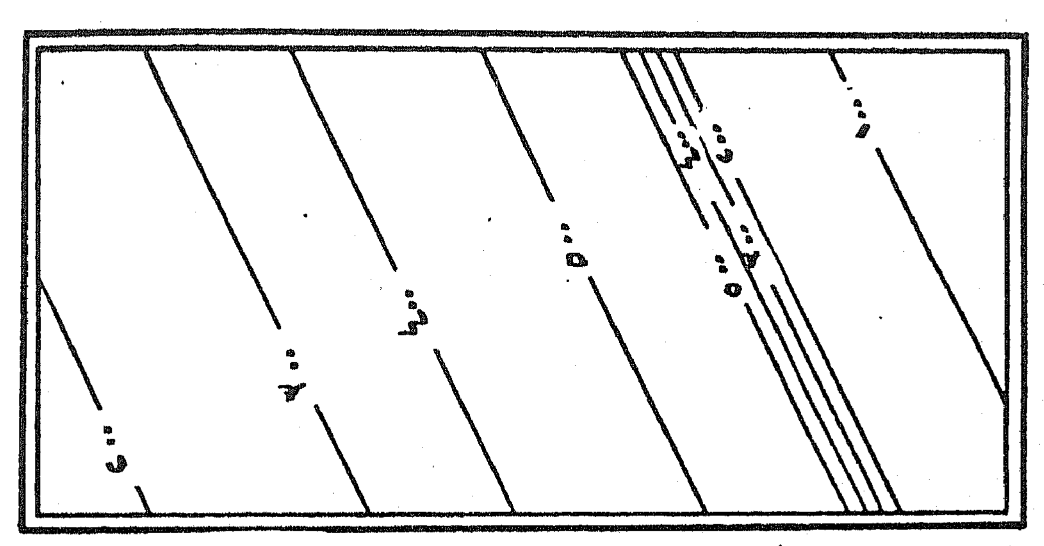
شكل رقم (٣٠) سفوح شديدة الانحدار بجبال بنين

عاشرا: الكويستا Cuesta

تعنى كلمة كويستا بالأسبانية جبل مختلف الانحدار ويعد هيل Hill أول من استخدم كلمة كويستا فى الدراسة الجيومورفولوجية وذلك فى عام ١٨٩٦م.

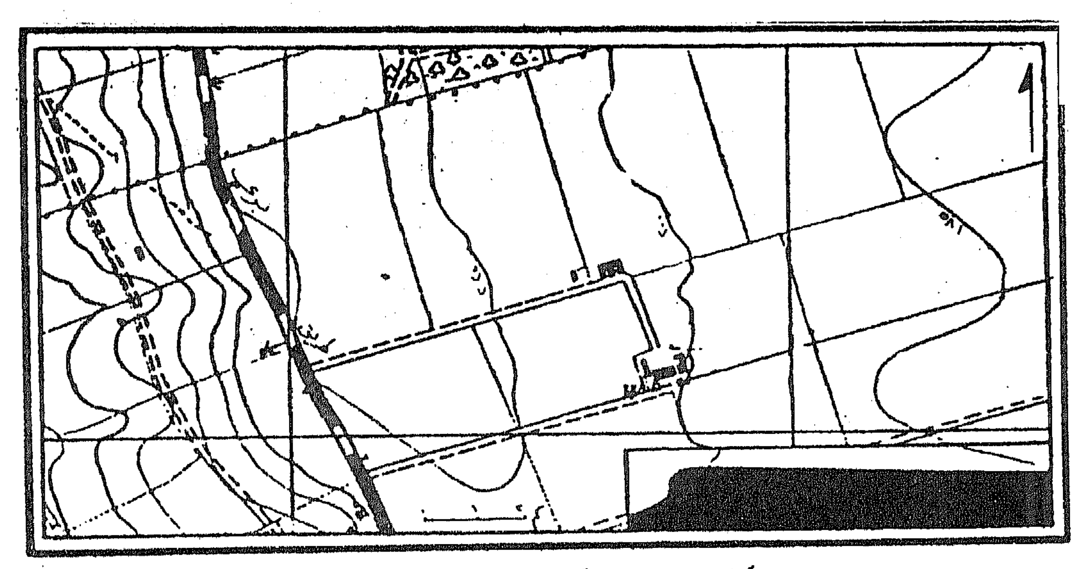
وتبدو فى الطبيعة كهضبة تنحدر انحداراً شديداً فى جانب (عكس ميل الطبقات) وانحداراً تدريجيا فى اتجاه ميل الطبقات Dip- Slope الذى عادة ما يكون أطول بكثير من الجانب شديد الانحدار الذى يظاهره (شكل رقم ٣١)

1- Ibid, P19.



شكل رقم (٣١) رسم توضيحي لحافة مع انحدار الميل

وتوضح الخريطة التالية **شكل رقم (٣٢)** إحدى الكويستات المنتشرة جنوب شرق انجلترا يلاحظ منها ما يلي :-



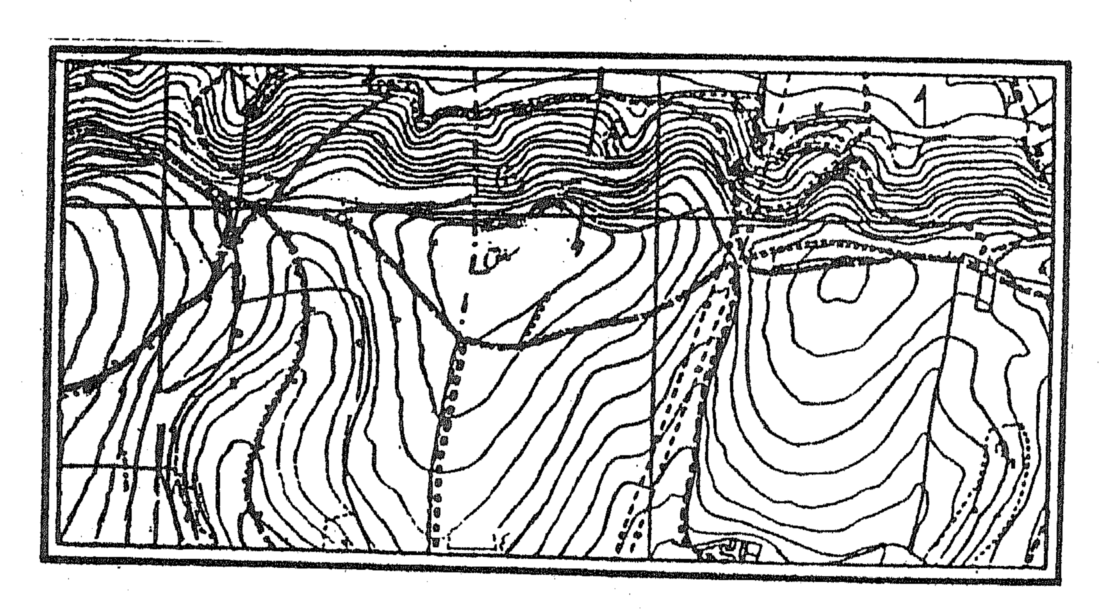
شكل رقم (٣٢) كويستا (حافة وانحدار ميل)

أ- يشتد الانحدار فى جانب الحافة المواجهة للغرب، حيث يبلغ معدل انحداره ١٠/١ .

ب- يتجه انحدار ميل الطبقات Del Slope ناحية الشرق بمعدل ٦/١ حيث تتكون الكويستا من طبقات من الحجر الجيرى التى تميل شرقا ميلا خفيفاً.

جـ- يمكن القول أن انحدار الميل هو سطح الكويستا أو ظهرها Cuesta Surface وأن الانحدار الشديد هو الوجه، يفصل بينهما أعلى خط كنتور ممثلا لقمة الكويستا.

وعادة ما تجرى الأودية الرئيسية أو التابعة Consequent Rivers متمشية مع ميل الطبقات على سطح الكويستا، بينما تشق الأودية المكسية Obsequent Rivers طريقها على الجانب الآخر شديد الانحدار، ومن ثم تكون قصيرة وشديدة الانحدار، وفى حالة وجود هذه الأودية فإن خطوط الكنتور التى تمثل الكويستا تبدو غير مستقيمة حيث تكون فى شكل حرف "V" متراجعة باتجاه المنابع، سواء كانت أودية جافة مثل تلك الأودية الممتدة فى المناطق الطباشيرية التى تظهر من الخريطة رقم (٣٣) فى منطقة ساوث داونز بمقاطعة سوسكى فى بريطانيا حيث تكونت بفعل النحت المائى فى فترات سابقة أكثر مطراً.

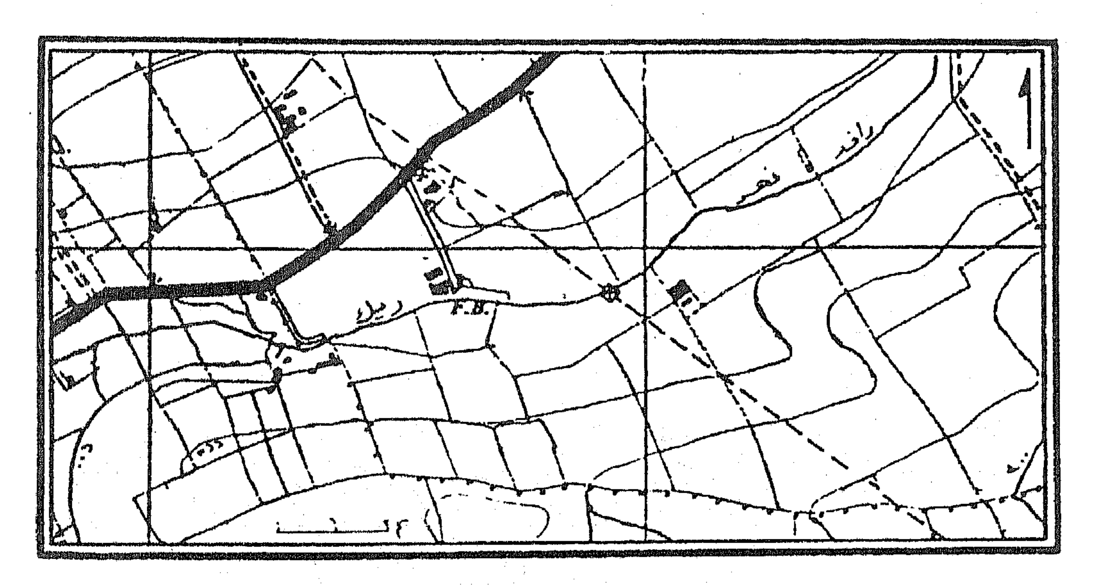


شكل رقم (٣٣) حافة متقطعة بمقاطعة سوسكى فى بريطانيا

أحد عشر: الوادى الضحل Shalloe Valley

تتميز الأودية التى تمتد فى مناطق قليلة التضرس بضحولتها وانحدارتها الهينة، مثلما يظهر من الخريطة التالية **شكل رقم (٣٤)** حيث يمتد جدول مائى يجرى بمعدل انحدار ٢٥ قدما لكل ميل ونصف (١ : ٣٠٠) تتميز جوانبه بانحدارها الهين وإن كانت أكثر انحداراً بالمقارنة بالقطاع الطولى للقناة المائية.

يتضح من الخريطة كذلك «أ» أن خطى كنتور ٢٢٥ شمال وجنوب المجرى مباشرة يلتقيان بعد مسافة محدودة عند الركن الشمالى الشرقى.

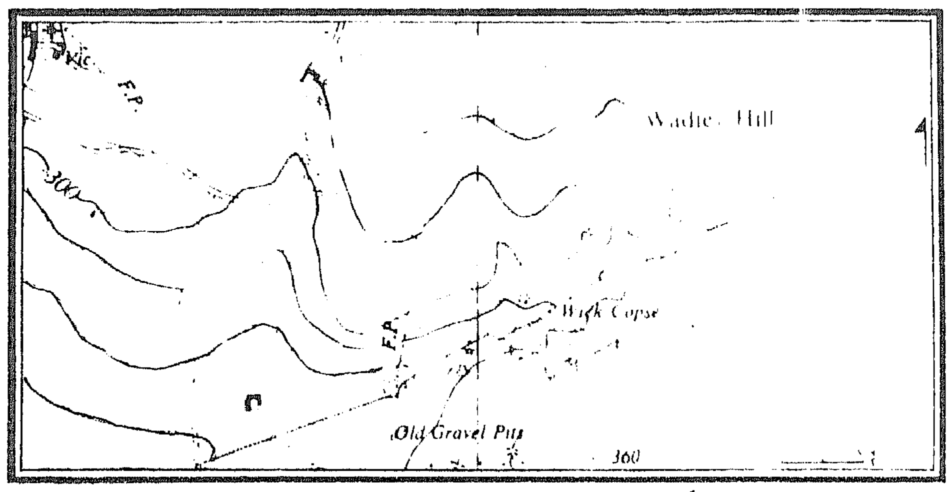


شكل رقم (٣٤) رافد نهر ريك يجرى فى أرض سهلية منخفضة

ب- يلاحظ أن الجدول المائى يجرى من الشمال الشرقى باتجاه الجنوب الغربى (لماذا؟).

اثنا عشر: الوادى جيد التحدى : Well Defined Valley

يقصد به الوادى الذى عمق مجراه بشكل كبير مما انعكس على امتداد خطوط الكنتور بشكل متقارب على جانبيه بالمقارنة بالوادى فى الخريطة السابقة، ويلاحظ من الخريطة التالية رقم (٣٥) ما يلى:-

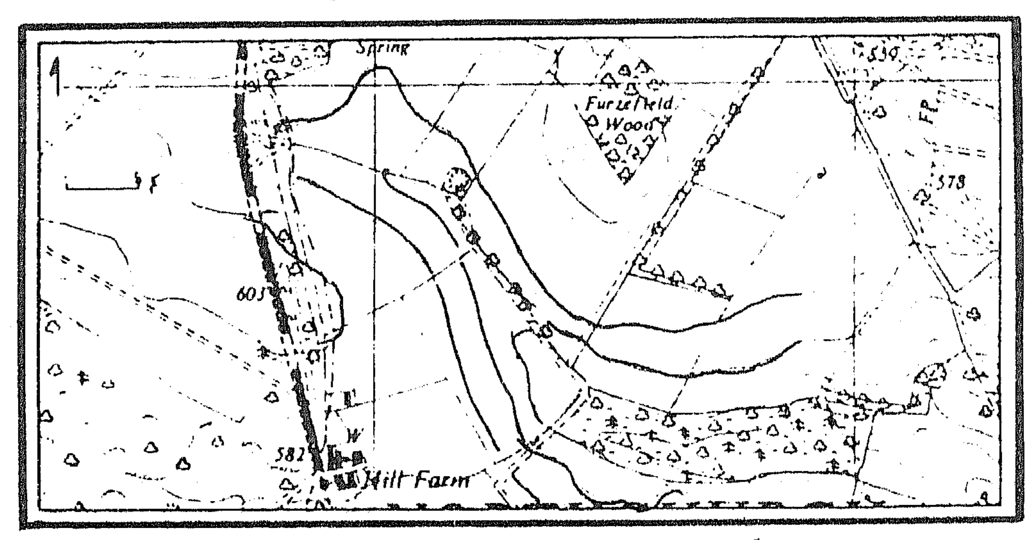


شكل رقم (٣٥) نهر محدد الجوانب جيدا

أ- يهبط النهر مسافة رأسية قدرها ١٢٥ قدماً في كل ميل وربع بمعدل انحدار ١ : ٥٠ وهو بذلك يبدو ذو قطاع طولي أكثر انحداراً.

ب- تتراوح انحدارات السفوح على جانبيه ما بين ١ : ٢٠ و ١ : ٥ (حدد مناطق الانحدارات الشديدة علما بأن مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥,٠٠٠).

ثلاثة عشر: مثال لوادي جاف في منطقة طباشيرية (شكل ٣٦).



شكل رقم (٣٦) وادي جاف في منطقة طباشيرية

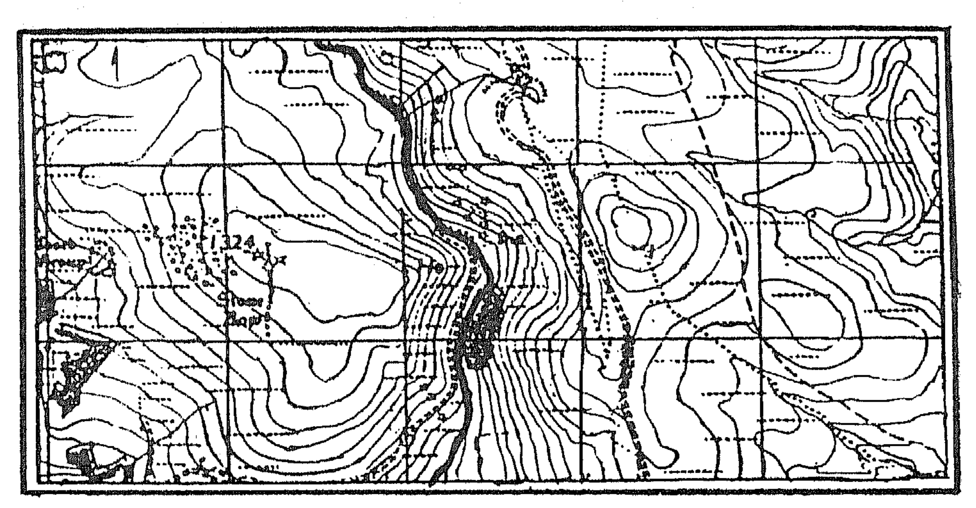
تتميز المنطقة الطباشيرية إلى الجنوب الشرقى من انجلترا (على ارتفاعات تتراوح ما بين ٢٠٠ ، ٦٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر) بوجود عدد من الأودية التى تتميز بجفافها باستثناء الفترات التى تعقب سقوط أمطار غزيرة، حيث تجرى بها المياه بعد أن تتشبع الطبقة السطحية بالمياه، وتعرف هذه الأودية باسم Bournes بينما تختفى تلك المياه فى فصل الصيف بعد انخفاض منسوب المياه الأرضية، وعادة ما تمر سنوات بين حدوث جريان والجريان الذى يليه.

أربعة عشر: الوادى الضيق ذو الجوانب المنحدرة:

A Narrow Sleep Sidel Valley

يبدو من الخريطة الكنتورية فى شكل قناة مائية (عادة ما تكون قليلة التعرج) تحيط بها من الجانبين خطوط كنتور متقاربة من بعضها اقترابا كبيراً.

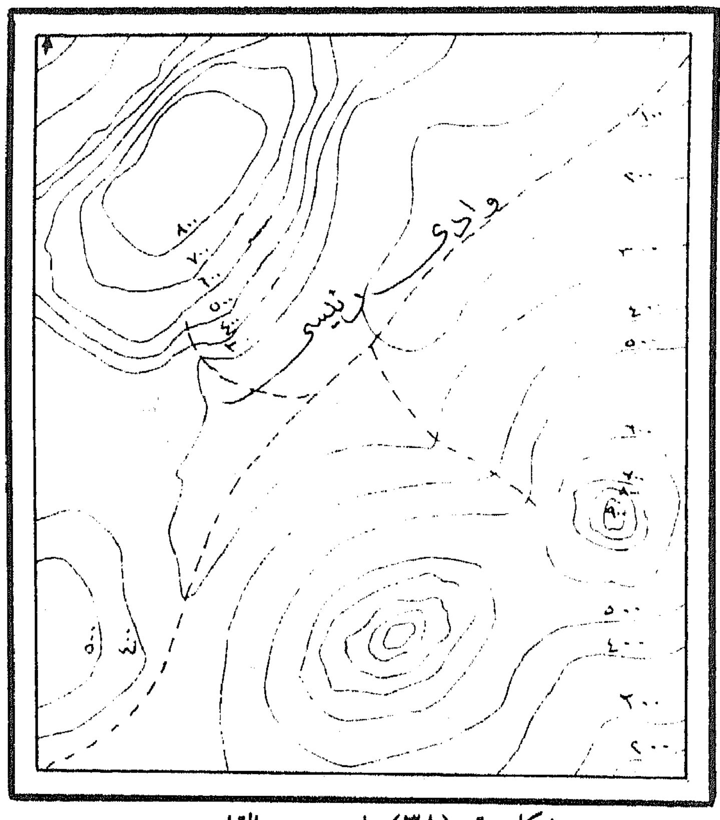
وبفحص الخريطة التالية شكل رقم (٣٧) نلاحظ قطاع من مجرى مائى فى منتصف الخريطة تحيط بجانبين خطوط كنتور شديدة الاقتراب من بعضها مما يدل على شدة انحدار جوانبه نحو قاعه بحيث يصعب تماما وجود أية منطقة مستوية فيما بينها.



شكل رقم (٣٧) وادى ضيق ذو جوانب شديدة الانحدار

خمسة عشر: الوادى ذو القاع المستوى: A Flati- Battomed

توضح الخريطة شكل رقم (٣٨) أحد الأودية الممتدة فى جبال بنين قرب بوكدن فى مقاطعة يوركشير، وهو عبارة عن خانق Trench يبلغ عرضه ٥٠٠ متر، وقد حفر مجراه وعمقه فى مرتفعات جبلية تنحدر جوانبه نحو قاعه انحدارا شديداً يبلغ ١ : ٢.



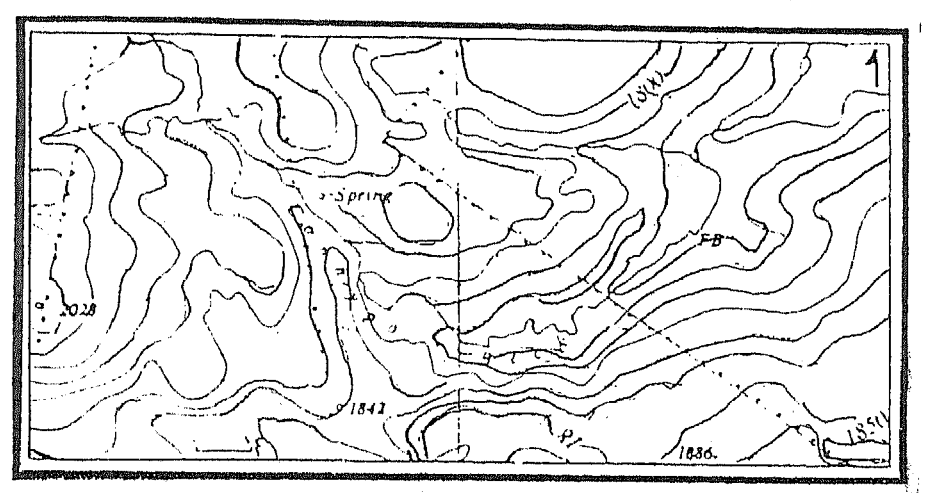
شكل رقم (٣٨) وادى مستو القاع

ويلاحظ من الخريطة أيضاً وجود جسور Levees على جانبى النهر تساعد على منع وصول مياهه أثناء الفيضان إلى السهل الفيضى المستوى، كذلك تظهر من الخريطة نظم تصريف اصطناعية وذلك فى شكل خطوط متقطعة.

ستة عشر: قطاع وادى A Valley Profile

يظهر من الخريطة رقم (٣٩) قطاع طولى لأحد الأودية يتميز بانعطافه ويمكن باستخدام وسائل القياس المعروفة مثل المقسم Divider أو عجلة القياس قياس المسافات بين

الكنتورات التى تقطع مجرى النهر، ويمكن بالتالى عمل قطاع طولى للنهر على ورق مربعات كما سوف يتضح بالتفصيل فيما بعد.

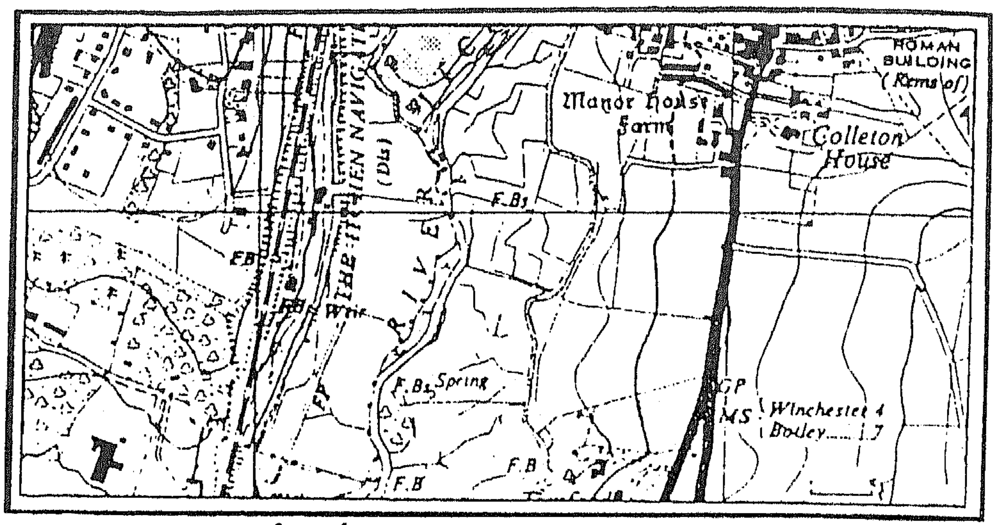


شكل رقم (٣٩) قطاع فى وادى كثير الانعطاف

سبعة عشر: السهل الفيضى: Flood Plain

يبدو السهل الفيضى ممتداً فى شكل أرض سهلية منخفضة على جانبى القناة المائية للنهر وهو من تكوين النهر نفسه.

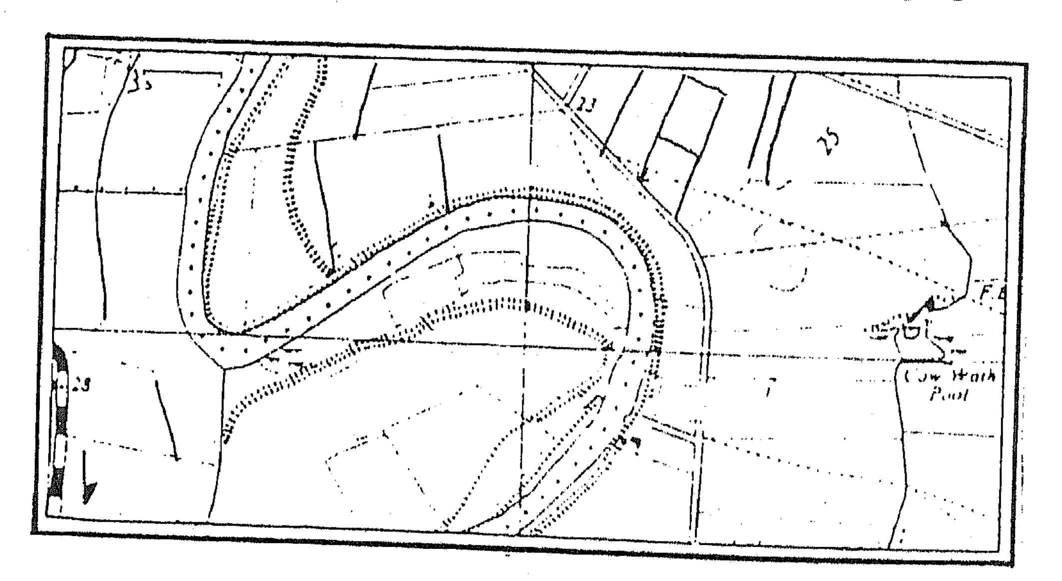
ويظهر من **الخريطة التالية رقم** (٤٠) امتداد السهل الفيضى على جانبى أحد الأنهار عند منسوب ٥٠ قدما فوق مستوى سطح البحر وهو عبارة عن تكوينات طينية فيضية من ترسبات النهر نفسه، يلاحظ منها وجود المياه فوق السهل الفيضى حيث تمتد فوق سطحه خطوط تصريف اصطناعية، ويدل المظهر الذى أمامنا على تعرض السهل الفيضى للغمر بمياه الفيضان على طول امتداد النهر.



شكل رقم (٤٠) السهل الفيضى على جانبى أحد الأنهار

ثمانى عشر: ثنيات نهرية بالسهل الفيضى: Meanders in Flood Phain

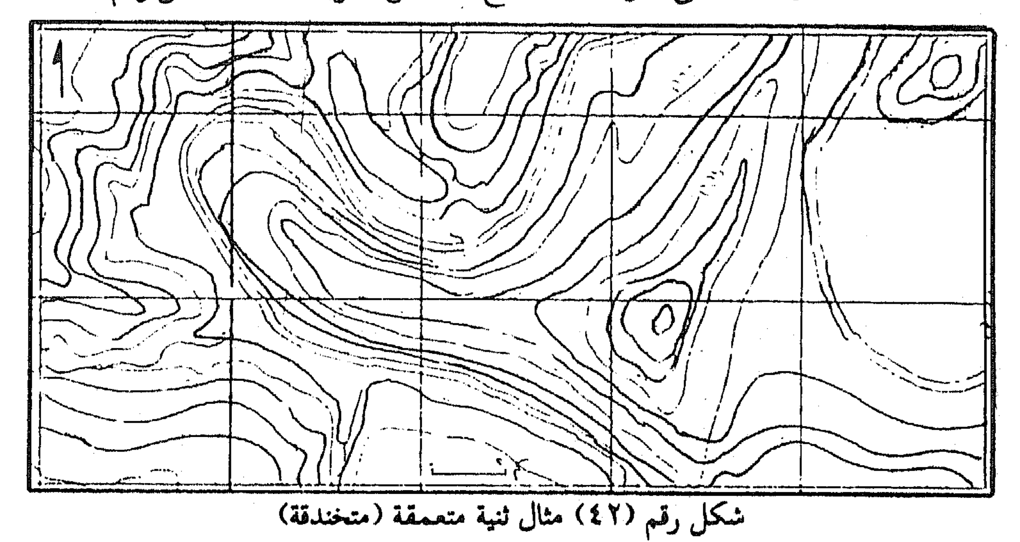
يظهر من الخريطة التالية شكل رقم (٤١) تضاريس منخفضة ومستوية سمحت للنهر أن يتأرجح بسهولة من جانب إلى آخر، وبفحص جانبى القناة المائية للنهر نجد جسورا Levee داخل كل ثنية أو انحناءة Bend تبعد عن مجرى النهر بنحو مائتى متر.



شكل رقم (٤١) ثنية نهر وسط سهل فيضى

تسعة عشر: الثنية المتعمقة Incised Meanders

هناك خطأ شائع يتمثل فى الاعتقاد بأن تثنى النهر أو انعطافه سمة من سمات الأراضى السهلية المنخفضة، ولكن كثيراً ما تظهر ثنيات نهرية نتجت عن دمع اليابس مع استمرار النهر فى القيام بعمليات النحت والتعميق على طول مجراه مما يؤدى إلى ظهور ثنيات متخندقه Entrenched أو متعمقة فى المجرى كما يتضح ذلك من الخريطة التالية شكل رقم (٤٢).

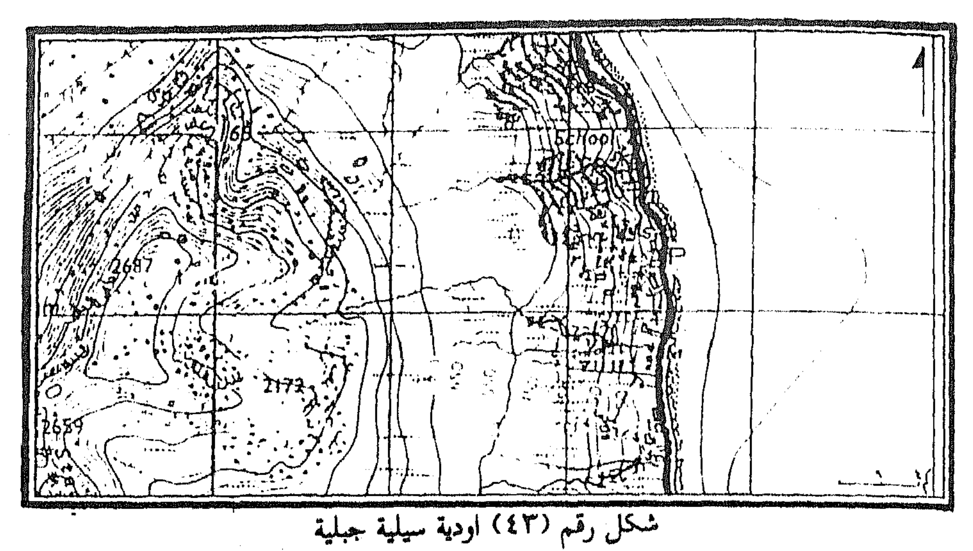


شكل رقم (٤٢) مثال ثنية متعمقة (متخندقة)

عشرون: الأودية السيلية الجبلية Mountain Torrents

تظهر الأودية الجبلية عندما تمتلئ بالمياه فى شكل أنهار سريعة الجريان باتجاه أقدام سفوح الجبال.

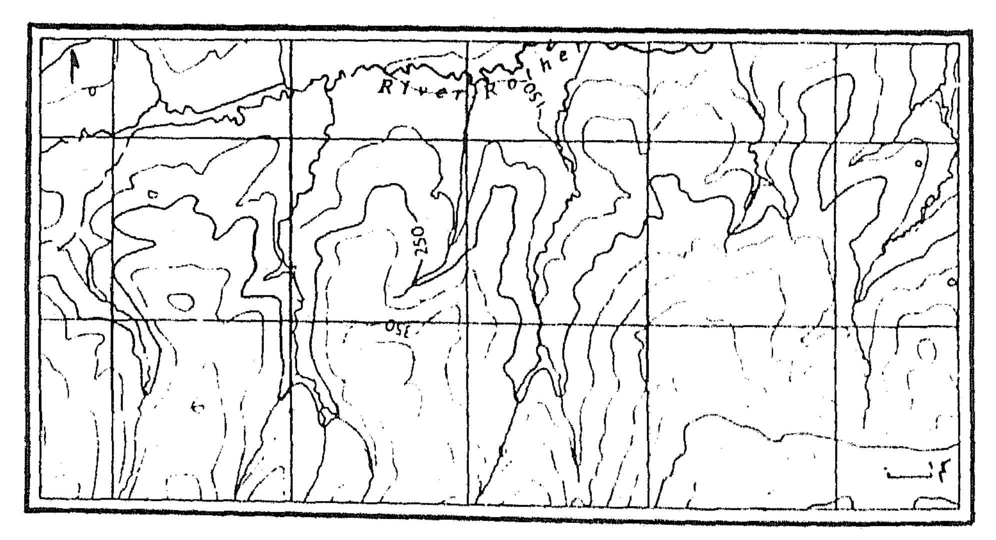
ويظهر من الخريطة التالية شكل رقم (٤٣) أودية سيلية بجزيرة أران البريطانية من مقياس رسم ١ : ٦٣٣٦٠، يلاحظ أنها تهبط نحو ألف قدم فى أقل من الميل وهى أودية قصيرة وبالتالى فإنها تحمل القليل من المفتتات الصخرية التى تستخدمها لتعميق مجاريها، وتتميز كذلك بأنها أودية ضيقة وضحلة لا يزيد اتساعها عن اتساع النهر نفسه، وقد انعكست كل هذه الخصائص على شكل خطوط الكنتور بالخريطة السابقة حيث تقل تعرجاتها بسبب عدم تراجعها بشكل واضح نحو المنبع باستثناء أعاليها حيث يظهر هنا فقط تعميق الأودية السيلية لمجاريها، مع الأخذ فى الاعتبار أن خصائص الصخور من حيث درجة الصلابة ومن حيث صورها التركيبية الأخرى لها دورها فيما سبق ذكره من خصائص.



شكل رقم (٤٣) اودية سيلية جبلية

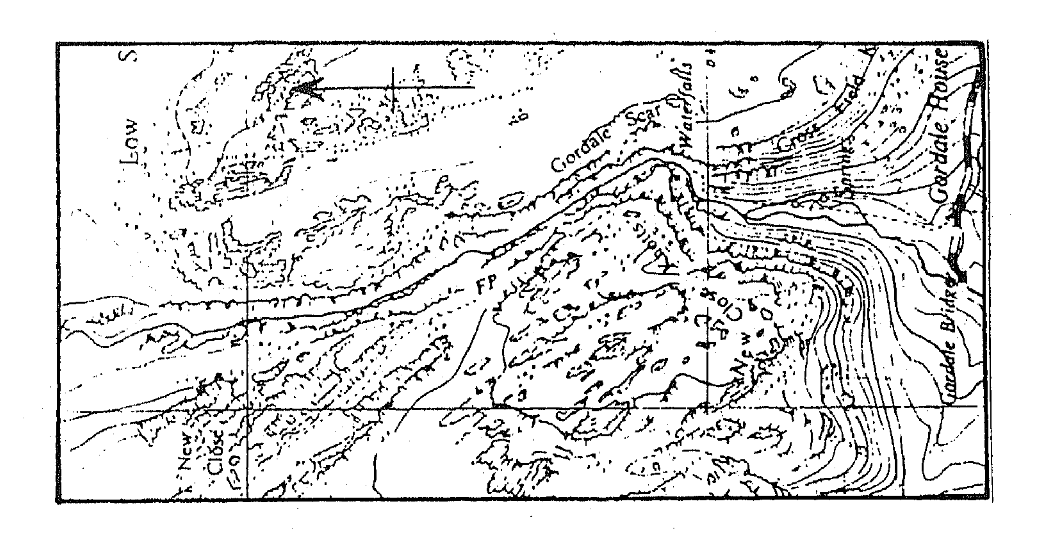
واحد وعشرون: البروزات المتداخلة Interlocking Spurs

بالنظر باتجاه الغرب فى الخريطة التالية شكل رقم (٤٤) وذلك نحو أعالى الأودية التى طورت مجاريها جيدا على طول امتداد السفح سيلاحظ ظهور بروزات هابطة بالتتابع على جانبى الوادى مما ينعكس على شكل القطاع العرضى للوادى الذى يتخذ شكل حرف V الذى يميز النهر وروافده فى مرحلة الشباب التى يمر بها.



شكل رقم (٤٤) بروزات متداخلة

الخانق Gorge : تعرف الأودية شديدة الانحدار وشديدة الضيق التى تتميز بجوانبها الموازية لقناة المجرى والتى تنحدر نحو القاع انحداراً شديداً بالخوانق، وتظهر الكثير من قطاعات الأودية فى شكل خوانق ذات حافات جانبية فى شكل جروف رأسية مثل خانق البارود فى وادى سفاجة بالصحراء الشرقية فى مصر، والكثير من الخوانق الناتجة عن الصدوع فى العديد من الأودية بالمناطق الجبلية بحيث تبدو خطوط الكنتور على جوانبها شديدة التقارب، ويظهر من الخريطة التالية رقم (٤٥) مثالاً واضحاً لأحد الأودية الخانقية التى تنحدر جوانبه نحو قاعه انحداراً شديداً للغاية بحيث أصبح من الصعب تماماً تمثيلها بخطوط الكنتور.



شكل رقم (٤٥) مثال لأحد الأودية الخانقية

اثنان وعشرون: الممر الجبلى M. Pass والرقبة Col والسرج الجبلى Saddle

الواقع أن كلمتى رقبة Col أو سرج Saddle ذات أصول محلية وليست لها تحديدات جيومورفولوجية دقيقة.

فالرقبة كما يتضح ذلك من الشكل التالى بالخريطة شكل رقم (٤٦) فى موضع حرف (C) تربط بين واديين حيث تمتد عبر الجبال أكثر من امتدادها خلالها فهى ببساطة عبارة عن انخفاض بين قمتى الجبل، ولكنها بالمقارنة بالسهول المجاورة لها تكون أعلى منسوباً.



شكل رقم (٤٦) الممر الجبلى والرقبة والسرج الجبلى

وبالنسبة للسرج فيظهر بالخريطة السابقة فى موضع حرف S أقل قليلاً فى منسوبه من القمم الجبلية والتى يفصلها، وبصفة عامة نادراً ما تستخدم كل من الرقبة والسرج كطرق جبلية.

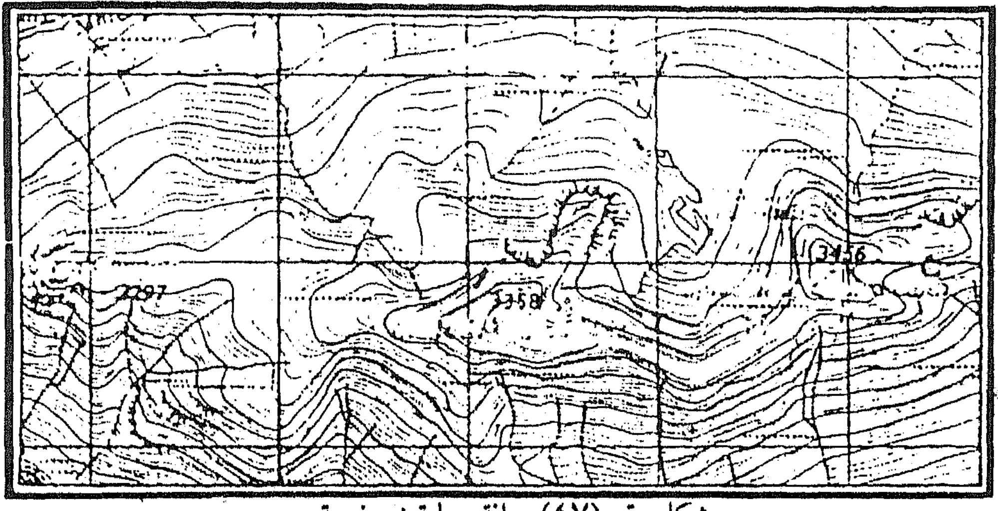
أما الممر الجبلى فيظهر عادة فيما بين واديين يجريان على جانبى منطقة جبلية فى اتجاهين متضادين ومن ثم تبدو الأرض بينهما مرتفعة ارتفاعاً محدوداً فى منطقة تقسيم المياه عادة ما يحدها من الجانبين خط كنتور بنفس الارتفاع.

ثلاثة وعشرون: العرق الجبلى Mountain Ridge

يظهر العرق أو الحافة الجبلية الضيقة من الخريطة الكنتورية فى شكل خطوط كنتور تمتد امتداداً طولياً وكبيراً مقتربة بشكل كبير من بعضها مع ضيق واضح للسلسلة الجبلية الممتدة، وانحدار عدد من الأودية الشابة على جانبيها فى اتجاهين متضادين، وهذه الأودية فى الواقع لها دور كبير فى تراجع السفوح على الجانبين باتجاه منطقة تقسيم المياه التى تعلو سطح الحافة.

وتبين الخريطة التالية رقم (٤٧) حافة جبلية نموذجية بمنطقة توريدون فورست ببريطانيا، نجدها تمتد بارتفاعها البالغ ٢٠٠٠ قدم- بشكل طولى لمسافة ستة كيلو مترات -

بينما لا يزيد متوسط عرضها عن الكيلو متر الواحد وهذه النسبة بين الطول المفرط نسبيا والعرض الضيق تبرر بوضوح تسميتها بالعرق الجبلى أو الحافة الجبلية الضيقة.



شكل رقم (٤٧) حافة جبلية نموذجية

يلاحظ من الخريطة أيضا هبوط النهاية الغربية للعرق الجبلى نحو منسوب صفر (أى عند مستوى سطح البحر) بانحدار شديد للغاية يبلغ معدله ١ : ٢ وهكذا فإن ما يظهر من الخريطة عبارة عن مظهر جبلى حقيقى يتمثل فى انحدار شديد وارتفاع كبير، لاحظ أيضاً الانحدارات الجرفية أعلى العرق الجبلى وقارن بين خصائص الجيومورفولوجية للأودية المتجهة ناحية الشمال وتلك المتجهة ناحية الجنوب وحاول أن تفسر أسباب التشابه والتباين فيما بينهما.

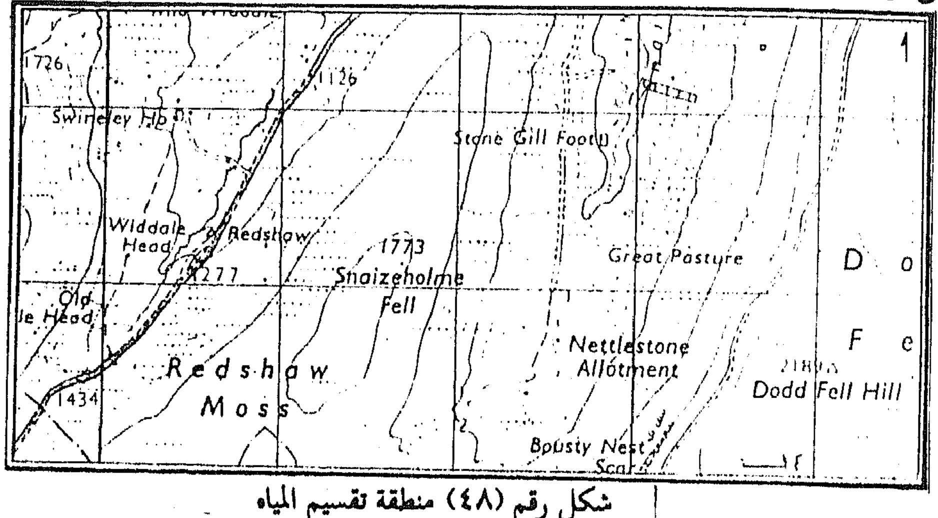
أربعة وعشرون: النتوءات أو البروزات فى الأراضى المنخفضة Low Land Spurs :

عندما تمتد مجموعة من الأنهار المتوازية فإنها بالطبع تترك فيما بينها بروزات أرضية تمثل فى نفس الوقت مناطق تقسيم مياه تفصل بين الأودية وبعضها، ويبدو المظهر المورفولوجى العام هنا متموجاً Undulating حيث تتميز البروزات بقطاعاتها المحدبة Convex Profiles تحدبات خفيفة مع انحدار سفوحها نحو الأودية بانحدارات أشد وأكثر انتظاما.

خمسة وعشرون: منطقة تقسيم المياه A Water Shed

تمتد كأراضى مرتفعة تفصل بين حوضى نهرين بحيث تتوزع فوقها المياه الساقطة لتنساب فى اتجاهين متضادين باعتبارها أعلى جزء فى المنطقة، ويمتد على طولها خط خيالى يعرف بخط تقسيم المياه.

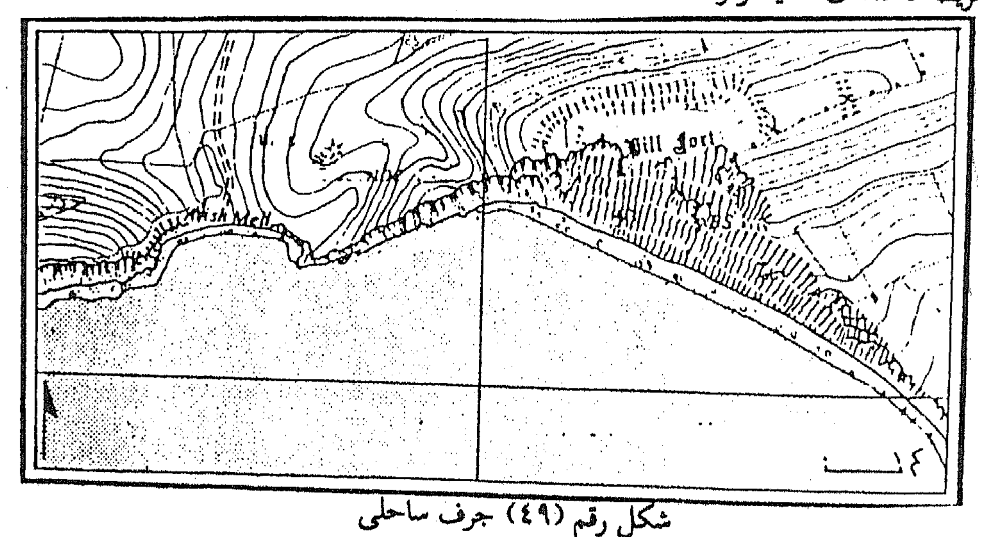
ويتضح من الخريطة التالية شكل رقم (٤٨) حافة تفصل بين نظامين مائيين أو واديين رئيسيين تنحدر إليهما أودية على جانبي الحافة تمثل الروافد الرئيسية للواديين، وهذه الحافة التي توجد بجبال بنين في بريطانيا تعد بهذا منطقة تقسيم المياه.



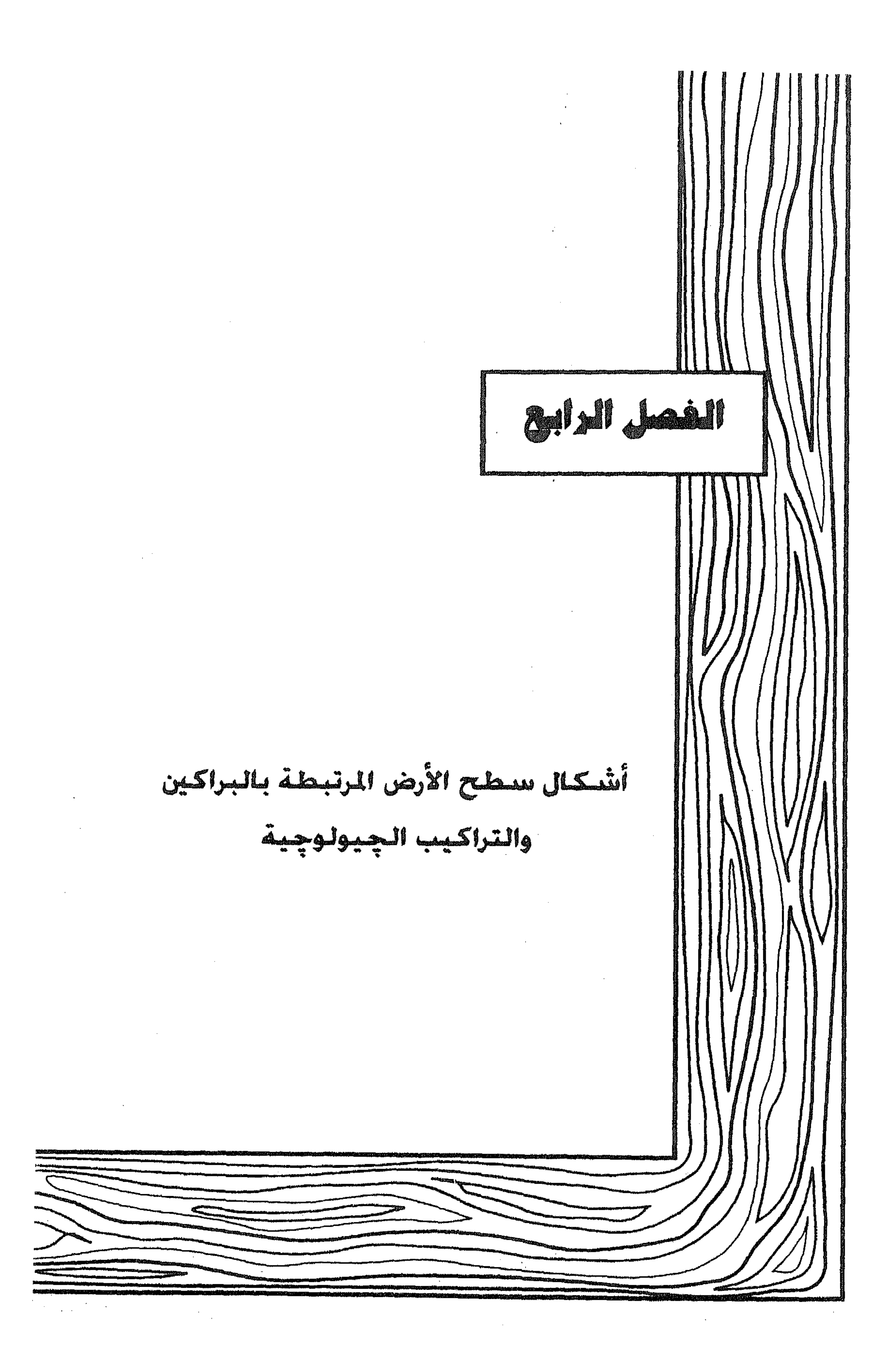
شكل رقم (٤٨) منطقة تقسيم المياه

ستة وعشرون: الجرف البحرى Sea Cliff

يبدو من الخريطة التالية رقم (٤٩) جرف بحرى موضح بخطوط الهاشور حيث من المستحيل تمثيله هنا بعشرين خط كنتور بفاصل كنتورى ٢٥ قدماً فى مساحة محدودة على الخريطة لا تتعدى سنتيمتر واحد فقط.



شكل رقم (٤٩) جرف ساحلى



الفصل الرابع

أشكال سطح الأرض المرتبطة بالبراكين والتراكيب الچيولوچية

أولا: أشكال سطح الأرض المرتبطة بالبراكين:

مقدمة: يحدث نتيجة للثورانات والطفوح البركانية فى مناطق عديدة من سطح الكرة الأرضية أشكالا من المخروطات والهضاب البركانية بأبعاد وأحجام مختلفة، إلى جانب ما يظهر على سطح الأرض من أشكال ذات أصل «ماجمى» كانت قد تشكلت بعد أن بردت وتصلبت فى صورة سدود رأسية Dykes أو جدد غائرة Sills وسنام غائر وغير ذلك من أشكال قبل وصولها إلى السطح، وكان وراء ظهورها على السطح ما قامت به عمليات التعرية المختلفة من إزالة للصخور الرسوبية التى تعلوها، وتبرز مثل هذه التكوينات فى صور مورفولوجية سطحية مميزة مثل القباب البركانية Volcanic Domes كما سيتضح ذلك فيما بعد.

ومن أهم الأشكال المورفولوجية البركانية:

المخاريط البركانية Volcanic- Comes وتتكون من اللافا المختلطة بصخور مشتقة من القشرة الأرضية أو من الرماد البركانى وشظايا اللافا، ويتوقف انحدار جوانب المخروط البركانى على حالة اللافا المكونة له فى وضعها وهى منصهرة، فإذا كانت قلوية Alkaline سائلة أعطت بركانا ذا جوانب قليلة الانحدار يمثلها نوع بركان مونالوا Maunalea بجزر هاواى. أما إذا كانت لافا حمضية لزجة Acidic Viscous lava فإن المخروط البركانى يتميز بشدة انحدار جوانبه، ويبدو من الخريطة الكنتورية ذا جوانب منتظمة الانحدار حيث تتساوى المسافات تقريبا بين خطوط الكنتور، ومن هذه الأنواع نوع بركان إتنا Etna بجزيرة صقلية وبركان سترومبولى بإيطاليا.

وإذا ما كان اندفاع اللافا عنيف للغاية فى شكل انفجار Explosion فإنه يؤدى غالبا إلى تدمير قمة البركان بحيث يجعلها تغوص فى الماجما أسفل العنق Vent مكوناً فوهة ضخمة Huge Crater تسمى بالكالديرا Caldera يدل وجودها على موضع بركان تعرض لسلسلة من الثورانات البركانية المتعاقبة.

وفى كثير من الحالات تنساب كميات ضخمة من المصهورات اللافية من خلال الشقوق العديدة التى تتعرض لها قشرة الأرض فى مناطق الضعف وتنتشر فى شكل رصيف لافى Lava Platform متسع قد يرتفع ليتشكل فى مظهر هضبى ضخم يصل سمك اللافا فيه إلى أكثر من ألفى متر، يتمثل ذلك المظهر فى أجزاء من هضبة الدكن البركانية قرب مدينة بومباى الهندية.

ومن الهضاب اللافية الشهيرة فى العالم:

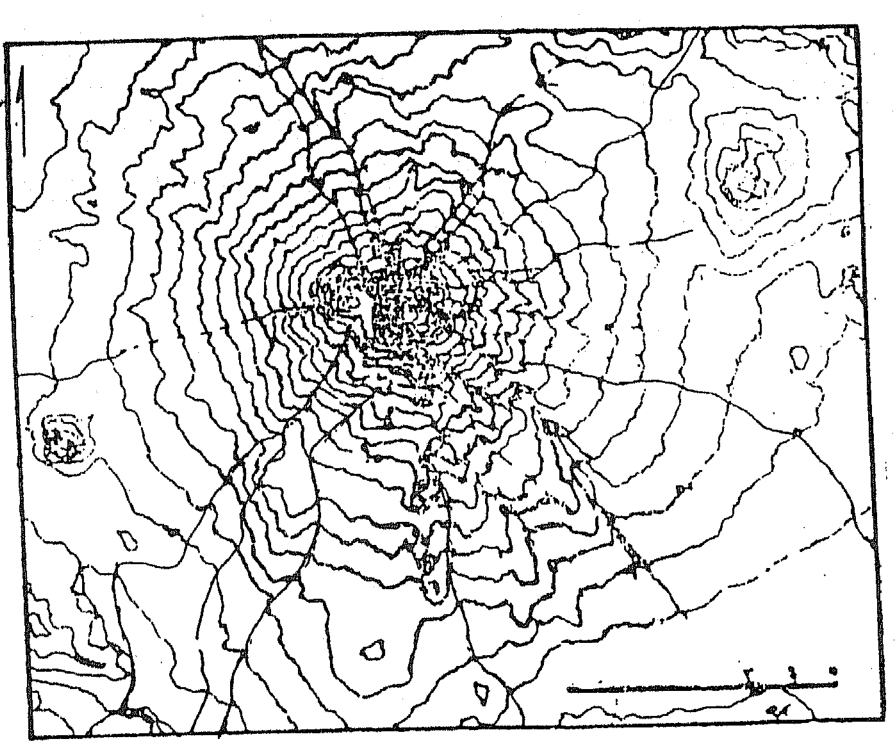
– هضبة كولمبيا شمالى غربى الولايات المتحدة الأمريكية بمساحة تقترب من نصف مليون كيلو متر مربع تقطعها أنهار أهمها نهر سينك الذى يمتد فى قطاعات منه داخل أودية أخدودية عميقة.

– شمال غرب هضبة الدكن بالهند فى مساحة تصل إلى نصف مليون كيلو متر مربع أو قدر مساحة هضبة كولمبيا الأمريكية.

– أجزاء من هضبة جنوب أفريقيا.

ويتضح من سلسلة الخرائط التالية العديد من الملامح المورفولوجية المرتبطة بالبراكين:

أ– تبين **الخريطة التالية** رقم (٥٠) جبل شاستا البركانى ضمن سلسلة جبال كسكيد Cascade الأمريكية بارتفاع نحو ١٤ ألف قدم يلاحظ منه الخصائص والملامح المورفولوجية التالية:



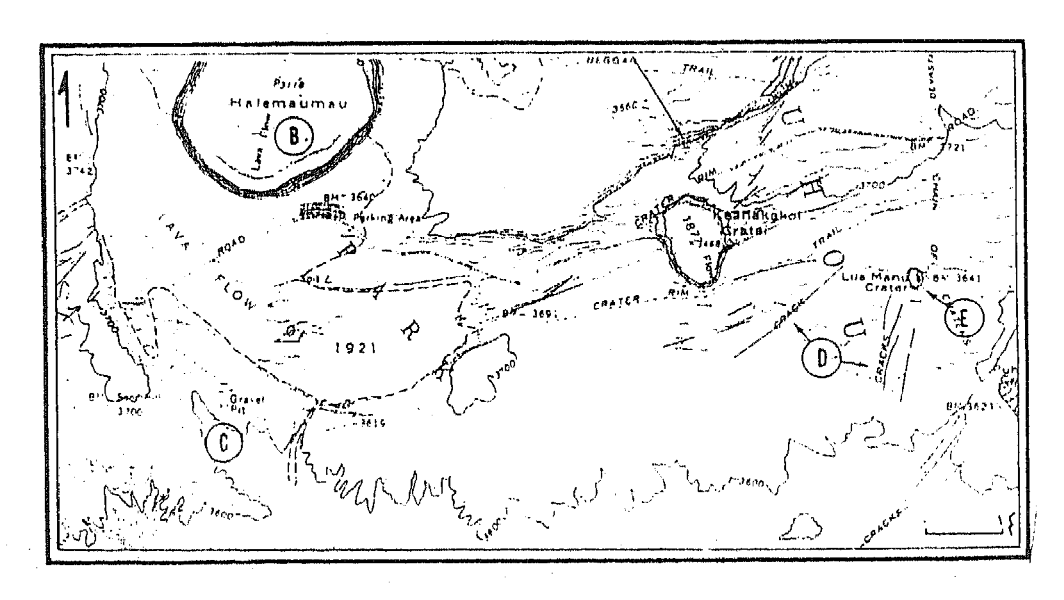
شكل رقم (٥٠) جبل شاستا المخروطى فى سلسلة جبال كسكين

١- الشكل المخروطى الواضح للجبل من خلال اقتراب خطوط الكنتور أعلى السفوح وتباعدها باتجاه أقدامها.

٢- تقطع الجزء الرئيسى من البركان بواسطة الثلاجات (الأودية الجليدية Glaciers) والأنهار لاحظ تراجع خطوط الكنتور نحو القمة على طول مجارى الأودية النهرية والتى تنتظم فى نمط تصريف إشعاعى.

٣- ظهور بعض المخاريط البركانية الصغيرة Conlets خاصة فى الجوانب الشمالية الغربية والجنوبية الشرقية وهى بطبيعة الحال أقل ارتفاعا من المخروط الرئيسى، وقد نتجت أساساً من اندفاع لافى ثانوى داخل الشقوق Fissures التى تتخلل جسم البركان.

ب- تبين الخريطة رقم (٥١) فوهة بركان كيلاواى Kilavaea على السفوح الجنوبية الشرقية للقبو البركانى الضخم المعروف باسم مونالوا الذى يرتفع فوق جزيرة هاواى بـ٤١٧٠ متر (١٣,٦٨٠ قدم) فوق مستوى سطح البحر، بينما يبلغ إجمالى ارتفاع جسم القبو البركانى من قاع المحيط الهادى حتى القمة ٩٣٥٠ متراً (٣٠ ألف قدم) ويبلغ المعدل العام للانحدار بالجزء العلوى للقبو ١ : $\frac{1}{2}$ ٦.



شكل رقم (٥١) فوهة بركان كيلاواى على السفوح الجنوبية الشرقية بقبو بركان مونالوا

١ – يظهر من الخريطة منخفض هاليماوماو Halimaumau واقعا إلى الشرق داخل فوهة كيلاواى، وقد تعرض هذا المنخفض لطفوح لافية خلال أعوام ١٩٢١و ١٩٥٤و ١٩٦١ تظهر حدود امتداداتها على جوانبه شاغلة مساحة واسعة داخل فوهة كيلاواى الضخمة، يلاحظ شكله الدائرى وإحاطته بجوانب شديدة الانحدار ترتفع فوق منسوب قاعه بنحو ٢٠٠ قدم.

٢– تظهر فوهات أخرى أصغر مساحة مثل فوهة كينا كاكوى K eana Kakoi ولوامانو Lua Manue وفوهة دوهيمو Ruhimau والفوهتان الأخيرتان تمتدان على طول خط ضعف تتناثر فوقه سلسلة من الفوهات المحدودة التى تمثل بدورها مواضع ضعف على جوانب القبو الضخم تعرضت لطفح بركانى، واندفاعات غازية لتتشكل فى النهاية فى صورة قمم بركانية «جنينية» خارج فوهة كيلاواى الكبرى التى بدورها تحدد بحافة شديدة الانحدار والوضوح خاصة فى جانبها الشرقى.

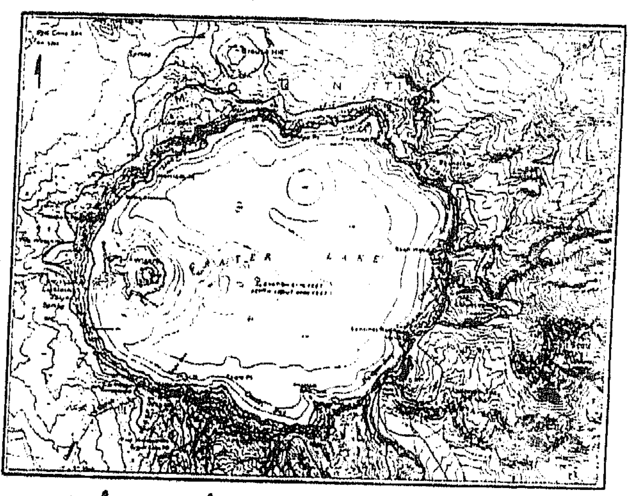
٣– تظهر الملامح الجيومورفولوجية البركانية سابقة الذكر فى منطقة غزيرة الأمطار مما أدى إلى تطور نظم تصريف مائية على السفوح الخارجية لفوهة كيلاواى.

٤– يدل ضعف الانحدار على جوانب أقدام السفوح بقبو مونالوا على أن اللافا التى كونته كانت فى حالة سائلة Liquid مما أتاح لها الفرصة للانسياب والتدفق على مسطحات أو سفح وتشكلت فى صورة غطاءات لافية.

جـ– تبين **الخريطة بشكل رقم (٥٢)** بحيرة كريتر Crater Lake بولاية أوريجون الأمريكية يمكن من خلال قراءتها وتحليلها أن نحدد السمات والخصائص التالية:– [١]

١ – أن هذه الفوهة الواسعة كانت فى فترة سابقة أكثر ارتفاعا بكثير،ولكنها قد فقدت قمتها نتيجة لتعرضها لاندفاعات بركانية عنيفة ومتعاقبة أدت إلى إزالة قمتها، ويمكن فى الحقيقة تفهم ذلك وتوضيح تطور المنطقة من خلال عمل قياسات حقلية Field Measure-ments لتتابع طبقات اللافا وغير ذلك من الأدلة على حدوث التطور الجيومورفولوجى للبركان الذى انتهى به الرمز إلى تكوين بحيرة مائية تشغل فوهة بركانية واسعة.

1- Upton, W.P., Landforms and Topogrophic Naps, New Yonk,1970, P90.



شكل رقم (٥٢) بحيرة كريتر بولاية أوريجون الأمريكية

٢- يلاحظ وجود جزيرة صغيرة مرتفعة داخل الكالديرا تعرف بجزيرة ويزارد Wizard Island نشأت فى الأصل كطفح بركانى محدود الشكل فى صورة مخروط بركانى صغير يتميز بجوانبه شديدة الانحدار.

٣- تتميز البحيرة البركانية (الكالديرا) بشكلها المستدير تقريبا مع إحاطتها بحافات شديدة الانحدار ترتفع عن قاع البحيرة بأكثر من ٥٠٠٠ قدم.

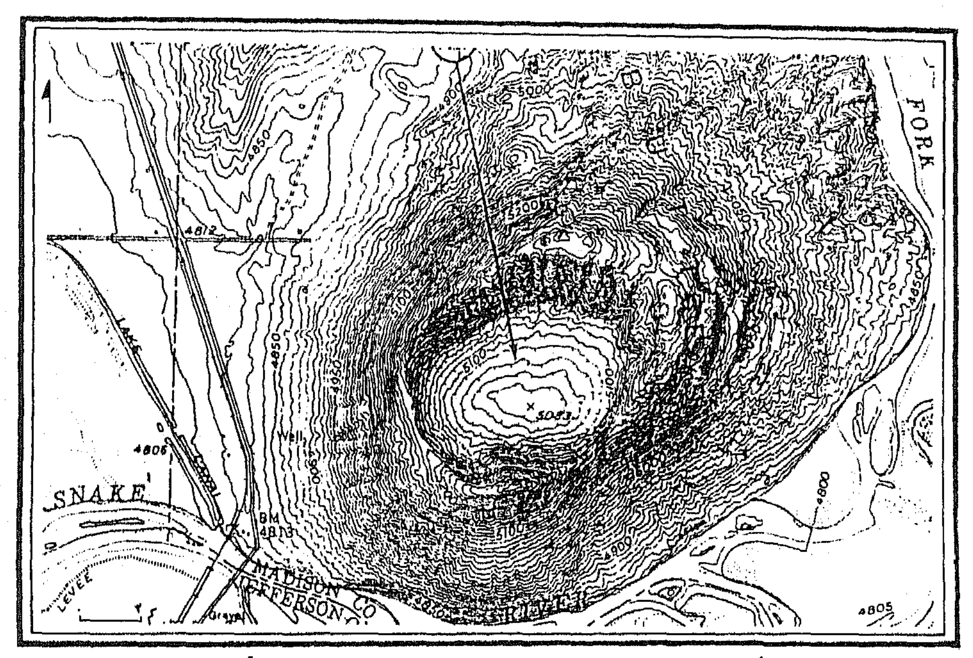
٤- يتميز قاع البحيرة بتموجه مع وجود مناسيب مختلفة وذلك رغم ما يبدو من مظهر عام يتميز بالاستواء مع الأخذ فى الاعتبار أنها تقع على منسوب ٢٠٠٠ متر فوق المستوى العام للمنطقة.

٥- يمتد إلى الجنوب الشرقى من الفوهة وادى «كير» Kerr Valley لاحظ اتساعه مع إحاطته بجوانب شديدة الانحدار مما يدل على أنه كان يمثل فى الماضى (العصر الجليدى) وادى جليدى ينبع من حلبة جليدية Cirrque نحتها الجليد فى الحافة المحيطة بالبحيرة، كذلك تكثر على جوانب البحيرة الأودية النهرية ذات الأصل الجليدى تفصلها عن بعضها حافات أو نتوءات مرتفعة.

٦- يظهر إلى الشمال من الخريطة تل مستدير صغير الحجم يعرف بتل جروس Grouse Hill بارتفاع ٧٤٠٠ قدم، كذلك تظهر كتل جبلية إلى الجنوب الشرقى مثل جبل

سكوت (٨٩٢٦ قدما) لاحظ شدة انحدار جوانبه وبروزه وسط مناطق أقل ارتفاعاً تقطعها أودية نهرية ذات نشأة جليدية.

د- تبين **الخريطة رقم (٥٣)** فوهة بركان مينان Menan بولاية إيداهو الأمريكية وهى فوهة حديثة النشأة منتظمة الأبعاد تعلو مخروط بركانى ذا جوانب شديدة الانحدار كما يظهر ذلك من خطوط الكنتور المتقاربة من بعضها مع عدم وضوح مجارى الأودية على الجوانب، يظهر ذلك من خلال عدم تراجع خطوط الكنتور باتجاه القمة على طول امتداد السفوح.



شكل رقم (٥٣) فوهة بركان مينان بولاية إيداهوا الأمريكية

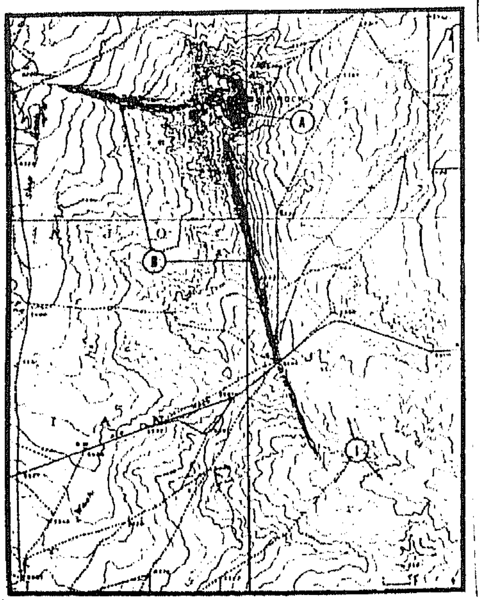
وفيما يلى بعض الخصائص المورفولوجية التى تميز المنطقة:-

١- تنحدر جوانب الفوهة انحداراً شديداً نحو قاعها وذلك من منسوب ٥٢٠٠ قدم إلى ٥٠٨٣ قدماً (والرقم الأخير يمثل أخفض نقطة داخل الفوهة) إلى جانب ما يميز الانحدار من انتظام يستدل عليه من خلال تساوى المسافات بين خطوط الكنتور داخل الفوهة البركانية.

٢- ترتفع قمة البركان المخروطى إلى نحو ٥٢٠٠ قدم فوق سطح البحر و ٤٠٠ قدم فوق المنسوب العام للمنطقة حيث يحدد قاعدته خط كنتور ٤٨٠٠ قدم.

٣- يزداد انحدار السفح الجنوبى للمخروط البركانى وذلك باتجاه نهر سنيك الذى يلتف حوله فى هذا الاتجاه.

هـ- تبين الخريطة رقم (٥٤) منطقة من الصخور النارية شمال ولاية مونتانا الأمريكية يلاحظ منها ما يلى :-



شكل رقم (٥٤) منطقة من الصخور النارية شمال ولاية مونتانا الأمريكية

١ - امتداد قمة بركانية (قمة شيبروك Ship Rock) تتميز بجوانبها شديدة الانحدار وهى عبارة عن رقبة بركانية مع سدود إشعاعية Radial Dikes .

٢- يمتد من القمة البركانية صخور صهير أجبرت على التحرك بالاتجاه نحو الغرب والجنوب على طول امتداد الشقوق الممتدة فى هذين الاتجاهين، وعندما بردت تشكلت فى حافات بازلتية ضيقة تنحدر بشدة على الجانبين وتزداد ضيقا عند أطرافها (لماذا؟).

٣- تتميز بقية المنطقة الممثلة على الخريطة بانحدارها الشديد نسبيا مع ارتفاعها حيث يزيد فى معظم أجزائها على ٥٥٠٠ متر مع الانحدار العام لسطح الأرض نحو الغرب والجنوب الشرقى والشرق.

٤- تنحدر الأودية الرئيسية ملتزمة فى انحدارها بالتبعية للانحدار العام للأرض.

ثانيا: القباب والأحواض Domes and Basins

مقدمة: مع تعرض التكوينات الجيولوجية لحركات تكتونية معينة فإنها قد تشكل فى صور قباب بركانية، أو قباب الثنيات المحدبة كما توجد القباب الملحية Salt Domes وغيرها.

بالنسبة للقباب البركانية فيقصد بها تلك القباب التى تتكون عادة من صخور نارية تكتونية فى البداية كصهير نارى إما تحت السطح مباشرة أو داخل القشرة الأرضية، أو فوق سطح الأرض ويمكن تقسيمها إلى قباب تتركب من صخور نارية داخلية تعرضت لعمليات رفع تكتونية فظهرت فى شكل تبو يتركب داخليا من صخور بركانية تحيطها من الجوانب صخور رسوبية تمثل بقايا الطبقات الرسوبية التى كانت تعلوها فى البداية ثم تعرضت للانثناء نتيجة لعمليات الرفع سابقة الذكر، وهناك القباب البركانية المكونة كلية من طفوح اللافا وهى ما تعرف بقباب اللاكولث Laccolith مثل القباب البركانية المنتشرة بولاية مونتانا الأمريكية والتى أشير إليها بالدراسة فى الجزء الأول من هذا الفصل، والنوع الثالث من القباب البركانية تلك التى تتكون من حلقات من الطفوح البركانى تحصر فيما بينها أنواع أخرى من الصخور[1] وتظهر أمثلة واضحة لهذا النوع فى جنوب ألمانيا داخل حوض «شتاينهيم».

وبالنسبة للقباب الملحية Salt Domes فإنها تنشأ بطبقات القشرة الأرضية حيث تتكون أسفلها وداخلها كتل ضخمة من الأملاح وينتشر هذا النوع من القباب فى ولاية تكساس الأمريكية، وسهول شمال ألمانيا وفى مناطق متفرقة من روسيا وإيران وكذلك فى منطقة الخليج العربى وفى بعض المناطق بمصر والجزائر، وتظهر هذه القباب مغلفة من الخارج بغطاءات صخرية صلبة من الأنهيدريت والجبس والدلوميت والحجر الجيرى وهى بشكل عام تختلف فى مظهرها المورفولوجى من منطقة إلى أخرى.

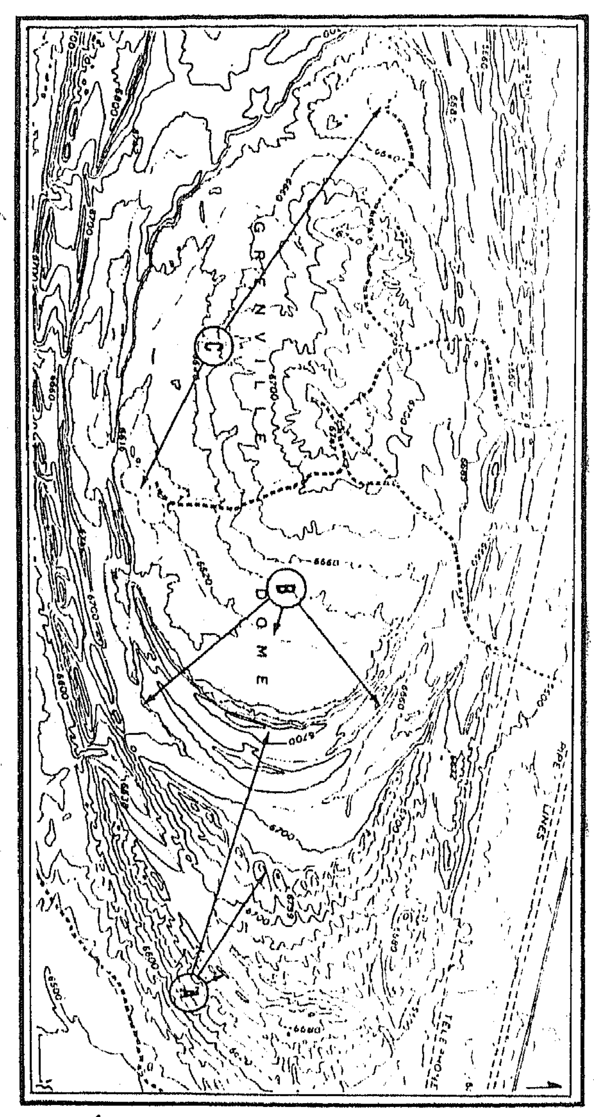
وعندما تتعرض الطبقات الصخرية الرسوبية لحركات رفع تكتونية فإنها قد تشكل كذلك فى ثنيات محدبة متباينة الأبعاد ومنها الثنيات المحدبة العظمى فى قوس سنسيناتى وسان رفائيل فى ولاية يوتاه الأمريكية وثنيات «يعلق والمغارة ولبنى» وغيرها فى شمال شبه جزيرة سيناء وهى المعروفة بالقباب السورية وتبدو ذات محاور تمتد من الشمال الشرقى باتجاه الجنوب الغربى مع تميز سفوحها الشرقية والجنوبية الشرقية بشدة انحدارها على العكس من السفوح الشمالية

---

(١) حسن سيد أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا، الإسكندرية، ١٩٨١، ص ٢١٣.

والشمالية الغربية التى تتميز بانحداراتها الخفيفة، ويرجع ذلك فى الواقع إلى أن حركة الرفع المسببة لها أتت من الشرق بشكل عام.

أ- تبين الخريطة رقم (٥٥) التطور الجيومورفولوجى الذى مرت به بنية قبابية محلية تعرف بقبو جرينفيل Grenville Dome بـولاية ويومنج الأمريكية، والخريطة بمقياس رسم ١/ ٢٤٠٠٠ وفاصل كنتورى قدره ٢٥ قدما.



شكل رقم (٥٥) قبو جرينفيل بولاية ديومنج الأمريكية

وقد تعرض ذلك القبو لعمليات التعرية التى أدت إلى تقشر الطبقات الصلبة مكونة كويستا أو حافات أكثر تحدداً تعرف باسم ظهور الخنازير Hogbacks وكان يسود المنطقة نمط تصريف مائى إشعاعى Radial Dranage Pattern تجرى خلاله الأنهار على أسطح كويستات غير مكتملة الشكل، ولكن بسبب سيادة عمليات التعرية ظهر نمط حلقى Annular Drainage تظهره الخريطة حاليا، حيث تمر المنطقة بمرحلة النضج المتأخر Late Maturity وقد انعكس ذلك أيضا فى وجود نوع من الكويستات تمتد فى شكل حلقى متطور تطوراً جيداً.

١- يلاحظ من الخريطة السابقة رقم (٥٥) وجود كتلة مرتفعة فى الوسط مكونة من صخور صلبة لم تستطع عوامل التعرية إزالتها، يحدها خط كنتور ٦٧٠٠ قدم مع وجود قمتين بارتفاع ٦٧٤٧ يفصل بينهما نطاق متسع أقل ارتفاعا.

٢- يلاحظ تقطع أسطح القبو الخارجية بواسطة عدد من الأودية.

٣- تبين الأسهم الممتدة من النقطة A امتدادات أوجه الكويستات المتطورة بالمنطقة.

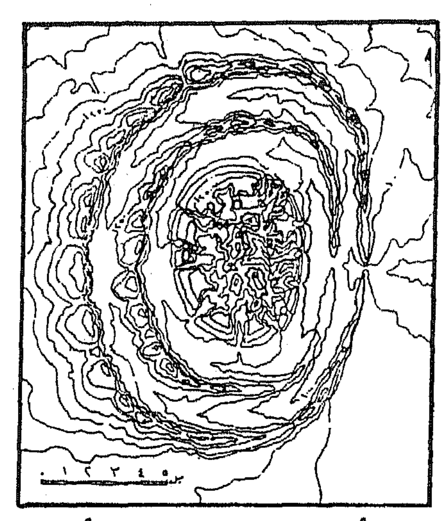
٤- تبين الخطوط الممتدة من النقطة B نمط متطور من نظم التصريف الحلقى.

٥- يشير السهمان الممتدان من النقطة C إلى مواضع الصخور اللينة التى تحتلها منخفضات مركزية Central Depressions تظهر فوق قيعانها بحيرات بلايا Playa Lakes .

٦- يلاحظ امتداد خطوط الأنابيب والتليفون تحت سطح الأرض إلى الشمال مباشرة من القبو.

ب- تبين **الخريطة التالية رقم (٥٦)** أثر التعرية النهرية فى تقطع أحد القباب الجبلية مما أدى إلى ظهور عروق جبلية Mountainous Hogbacks يلاحظ منها مدى تقطع قمة القبو ويمكننا أن نتتبع المجارى المائية على جوانب القبو من خلال تراجع خطوط الكنتور[١] لاحظ كذلك أن الفارق التضاريسى بالخريطة لا يزيد كثيرا على ٢٥٠ قدما مما يعكس أثر عمليات التعرية فى تخفيض البنية القبابية.

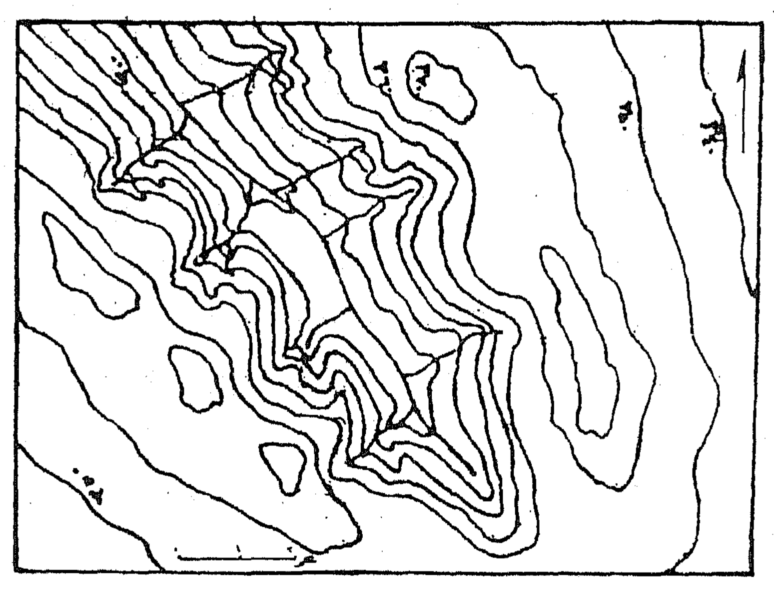
١- محمد صبرى محسوب، الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية دراسة تحليلية، القاهرة ١٩٨٣، ص ٩٢.



شكل رقم (٥٦) أثر التعرية النهرية فى تقطع أحد القباب الجبلية

ثالثا: الأشكال الأرضية الناتجة عن الالتواءات.

أ- تبين الخريطة التالية رقم (٥٧) أحد الأودية التى حفر مجراه على طول محور طية محدبة مما أدى إلى تحويل المظهر الجيومورفولوجى العام إلى محدب منحوت Breached-Anticline ويمكن أن نلاحظ بعض الخصائص والسمات المورفولوجية ونوجزها فيما يلى:-



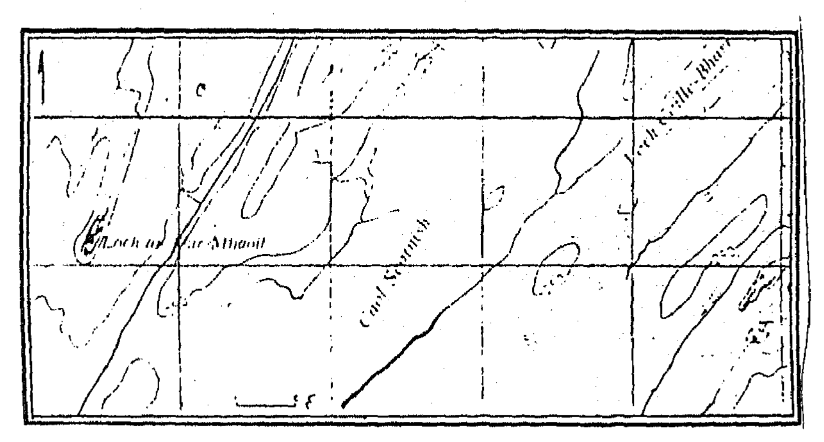
شكل رقم (٥٧) أحد الأودية وقد حفر مجراه على طول محور طية محدبة

١- شدة انحدار جانبى الوادى التى تظهر من الضيق الواضح للمسافات بين خطوط الكنتور.

٢- تتجه مجموعة من الروافد على الجانبين ملتقية بالنهر الرئيسى وهى أودية قصيرة شديدة الانحدار.

٣- قد يفسر المظهر العام الموضح بالخريطة على أنه عبارة عن كويستتين إحداهما تنحدر باتجاه عام مع ميل الطبقات نحو الشمال الشرقى والثانية نحو الجنوب الغربى.(١)

ب- تبين **الخريطة التالية** رقم (٥٨) منطقة واقعة شمالى غربى اسكتلندا تبدو ملامحها الجيومورفولوجية منتظمة فى امتداداتها بشكل متوازى من الجنوب الغربى إلى الشمال الشرقى، بشكل الالتواءات القديمة الأجزاء المنخفضة منها، بينما تظهر الأجزاء التى تعرضت لحركات الرفع فى شكل حافات طولية بارزة وهى مكونة من الصخور الأكثر صلابة وتظهر الصخور الأقل صلابة فى صورة مناطق أقل منسوبا تشغلها الأودية التى تجرى بالمنطقة.



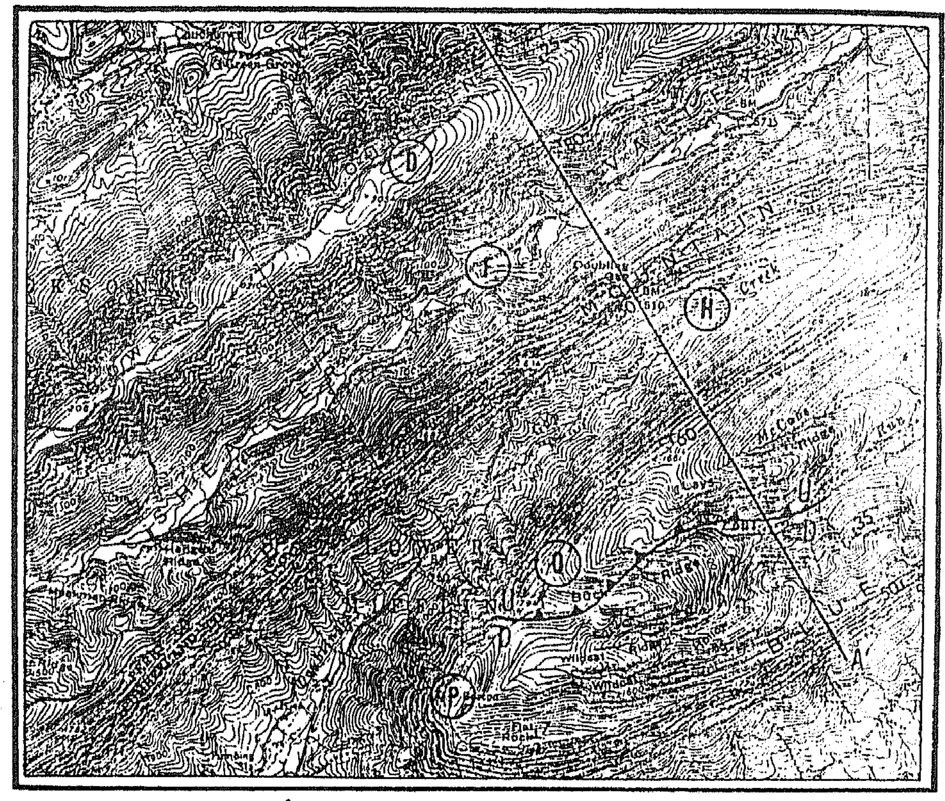
شكل رقم (٥٨) التواءات قديمة تمتد فى محاور متوازية شمال غرب اسكتلندا

١- يلاحظ امتداد بحيرة شريطية Ribbon Lake إلى الشمال الشرقى بالخريطة وهى ذات نشأة جليدية تنحصر بين حافتين مرتفعتين.

٢- تظهر بعض البحيرات الناتجة عن انصهار الجليد، عادة ما تشغل الحلبات الجليدية تعرف محليا باسم لوخ Loch .

١- المرجع السابق، ص ٢١.

جـ- تبين الخريطة رقم (٥٩) جزءً من منطقة التواءات واضحة بجبال الأبلاش تتميز بتتابع نموذجى للحافات والأودية البينية.



شكل رقم (٥٩) منطقة التواءات بجبال الأبلاش

وقد تأثرت كثيرا بعمليات التعرية المتغايرة Differential Erosion فى صخورها الرسوبية مما أدى إلى إظهار الطيات Folds. [١]

فقد أدت حدة الالتواءات المحدبة والمقعرة بالمنطقة إلى إبراز نمط زجزاجى Zigzag-Pattern من الحافات يطلق عليه Endless Mountians، تتكون الالتواءت المحدبة من صخور الحجر الرملى والكوارتز بينما تتكون المناطق المنخفضة التى غالبا ما تمتد خلالها الأودية من صخور أقل صلابة مثل الحجر الجيرى والصلصال مثل وادى «شيفر» الممتد فيما بين حافة بلوريدج (الحافة الزرقاء) وحافة جبل باورز فى بنسلفانيا.

1- Curran, etal, Atlas Of Landfsrms,2 nd Edition, New York,1970, P.22.

ويمكن لمن يتفحص الخريطة جيدا أن يدرك الملاحظات التالية:-

١- شدة اقتراب خطوط الكنتور من بعضها مع صغر الفاصل الكنتورى (٢٠ قدم).

٢- امتداد أودية الالتواءات المقعرة فيما بين حافات المحدبات المكونة من صخور صلبة تنحدر إليها أودية قصيرة شديدة الانحدار.

٣- زيادة أطوال الأودية مع زيادة انخفاض السطح بالاتجاه نحو الطرف الجنوبى من الخريطة مع الأخذ فى الاعتبار أن هذه المنطقة ككل من المناطق الرطبة.

٤- يبين الحرف (F) موضع وادى التواء مقعر Synclinal Valley.

٥- يبين الحرف (H) موضع وادى التواء محدب Antycinal Valley.

٦- يبين الحرف (P) موضع الجناح الشمالى للطية المقعرة.

٧- يبين الخط U-Ú امتداد خط صدع Fault Line بالمنطقة، والخط A Á خط لقطاع جيولوجى بالخريطة.

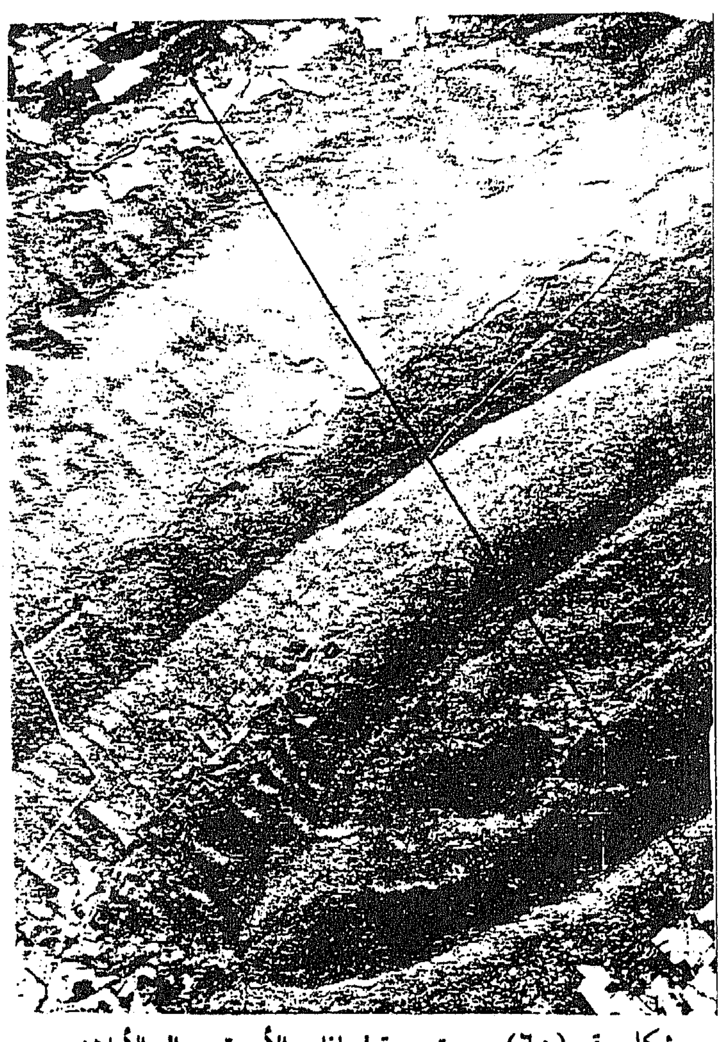
٨- يصعب تماماً عمل أى قطاع تضاريسى بالخريطة بسبب الضيق الشديد للمسافات بين خطوط الكنتور.

٩- تساعد الصورة الجوية رقم (٦٠) فى زيادة تفهم ما سبق شرحه من خصائص جيومورفولوجية للمنطقة الممثلة بالخريطة رقم (٥٩).

رابعا: الكويستات Cuestas

يعد هيل Hill كما ذكرنا من قبل أول من استخدم مصطلح كويستا فى الدراسة الجيومورفولوجية وذلك فى عام ١٨٩٦ علما بأنه مصطلح أسبانى يشير إلى جبل مختلف الانحدار، بينما يعتبر وليم موريس ديفز Davis أول جيومورفولوجى أعطى لهذه الظاهرة تعريفا دقيقا وذلك فى كتاباته عام ١٩٠٠، وما زال تعريفه لها متداولا بين الجيومورفولوجيين حتى الآن، ويعرفها بأنها حافة ذات انحدارين أحدهما خفيف يتمشى عادة مع الميل العام للطبقات ويعرف بانحدار ظهر الكويستا، والانحدار الآخر فى الاتجاه المضاد يتميز بشدته ويعرف بانحدار وجه الكويستا، ويلتقى كل من الانحدارين المتضادين فى الاتجاه والمختلفين فى الدرجة- عند

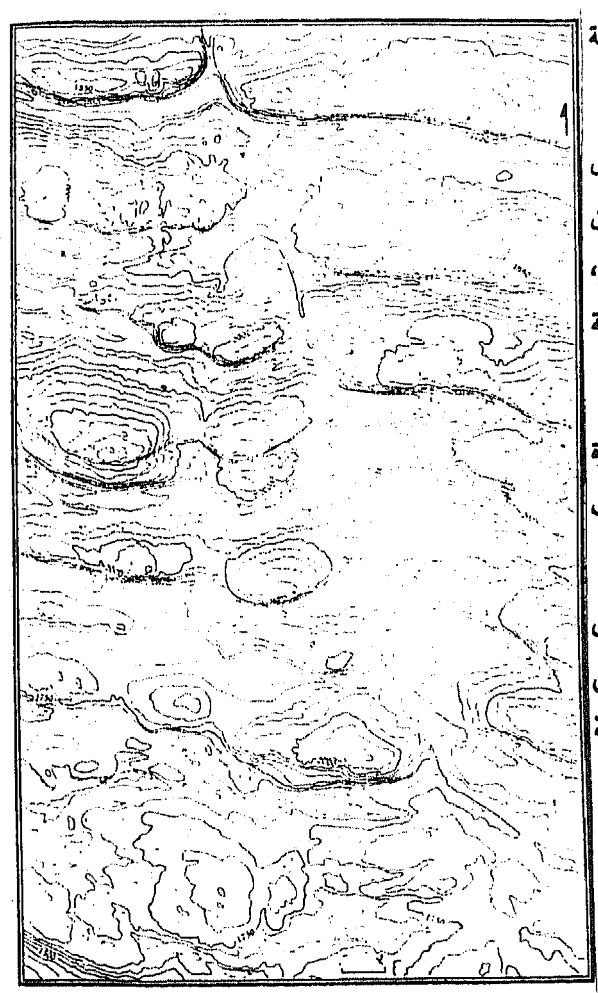
نقطة مرتفعة تعرف باسم قمة الكويستا The Cuesta Crest ووفقا لهذا التعريف يمكننا اعتبار أن الصحراء الغربية فى مصر تتكون أساسا من ثلاث كويستات، الكويستا الشمالية ممثلة فى هضبة مارمريكا التى ينحدر ظهرها أو سطحها انحداراً هينا نحو الشمال، بينما يطل وجهها شديد الانحدار كحافة شبه رأسية على منخفض القطارة وسيوه، وتتمثل الكويستا الثانية فى الهضبة الوسطى التى تطل بوجهها على منخفض الخارجة والداخلة، بينما ينحدر سطحها بانحدار هين باتجاه الشمال. وتعد الهضبة الجنوبية (هضبة الجلف الكبير) الكويستا الثالثة بالصحراء الغربية.



شكل رقم (٦٠) صورة جوية لحافات الأودية بجبال الأبلاش.

وجدير بالذكر أن الكويستات تختلف فى أحجامها اختلافا كبيرا فمنها الكويستات الضخمة مثل كويستات الصحراء الغربية سابقة الذكر، وكويستات كبيرة ومتوسطة وصغيرة، كما سوف يتضح ذلك من تحليل الخرائط التالية:

أ- تبين الخريطة التالية رقم (٦١) سلسلة من الكويستات التى تشكلت فى منطقة من الصخور الرسوبية المتحولة بمقاطعة كويبك يتراوح سمكها بين ٢٠٠٠ وألف قدم، تميل طبقاتها ميلا خفيفا نحو الشمال ومن ثم كانت الانحدارات الخفيفة لظهور الكويستات تتبع نفس الاتجاه، بينما تظهر الانحدارات الشديدة لأوجهها نحو الجنوب.



شكل رقم (٦١) سلسلة من الكويستات بمقاطعة كويبك الكندية

ويمكن تحديد الخصائص الجيومورفولوجية للمنطقة فى النقاط التالية:-

١- انخفاض نسبى لسطح المنطقة بشكل عام، حيث لا يزيد المنسوب العام لها عن ٢٠٠٠ قدم فوق مستوى سطح البحر، بجانب انخفاض المنطقة فإنها تتميز أيضا بقلة وضوح ملامحها التضاريسية.

٢- وجود سلسلة من الكويستات الصغيرة التى تعرضت للاضطرابات والتشوهات بسبب تعرضها للتصدع والتعرية الجليدية Glacial Erosion والنهرية، لاحظ امتداد تداخل طولى من الجابرو بالمنطقة من الشمال إلى الجنوب (انظر كذلك الصورة الجوية للمنطقة رقم ٦٢).

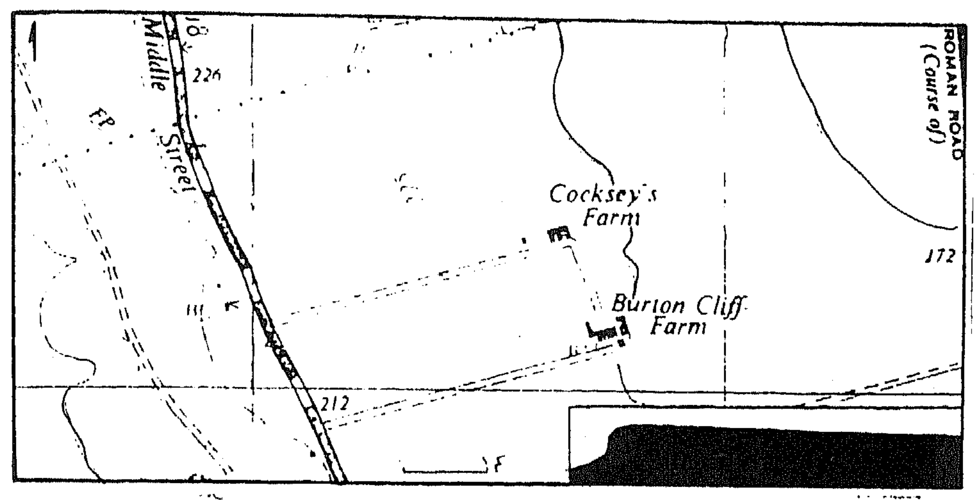
٣- يسهل تماما عمل أى قطاعات تضاريسية بالخريطة لتوضيح خصائصها المورفولوجية العامة، وذلك بسبب كبر مقياس الرسم واتساع الفاصل الكنتورى.

٤- تعد هذه الكويستات من الأنواع متوسطة الحجم التى يسهل كثيرا تحديد خصائصها وأبعادها من الخريطة وتحديد أقسامها من القمة والظهر والوجه (الحافة المنحدرة).

ب- تبين الخريطة رقم (٦٣) كويستا فى منطقة صخور طباشيرية بمقاطعة لنكولن وولدز Lincolon Wolds إلى الجنوب الشرقى من بريطانيا.



شكل رقم (٦٢) صورة جوية لمنطقة الكويستات بالشكل رقم (٦١)



شكل رقم (٦٣) كويستا فى منطقة صخور طباشيرية بمقاطعة لنكولن

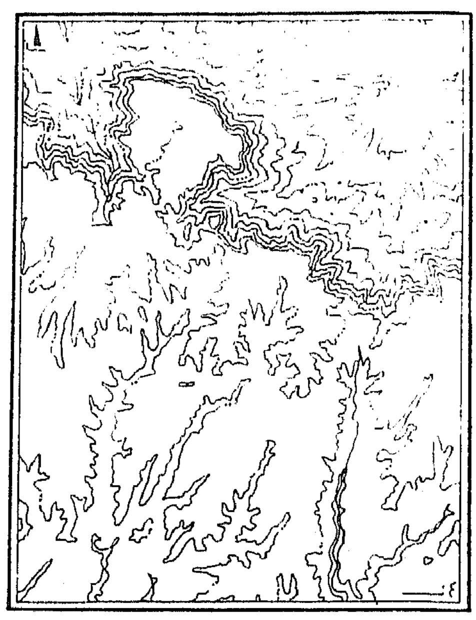
تنحدر واجهتها نحو الغرب بمعدل انحدار ١ : ٨ بينما يقل معدل الانحدار فى اتجاه الشرق حيث انحدار ظهر الكويستا (انحدار الميل Dip Slope) أقل من ١ : ٦٣٣٦ ويمكن أن نلاحظ من الخريطة ما يلى:

١ – شدة انحدار وجه الكويستا باتجاه الغرب (١ : ٨) مع امتداد الطريق البرى الرئيسى فى موازاة خطوط الكنتور لتجنب الانحدارات الشديدة.

٢ – قلة انحدار سطح أو ظهر الكويستا باتجاه الشرق مع انتشار مراكز العمران وطرق النقل وخطوط الأنابيب فوقه.

٣– يلاحظ الامتداد الشريطى للمركز العمرانى على وجه الكويستا حيث يمتد العمران فى موازاة خطوط الكنتور.

جـ– توضح الخريطة بالشكل رقم (٦٤) جزءً من سطح ووجه كويستا تجرى فوقها مجموعة من الأودية النهرية التى أدت إلى تقطعها وعدم انتظام شكلها، يتجه سطحها نحو الجنوب حيث الانحدار البطىء والأودية التابعة التى تجرى فوقه متمشية مع ميل الطبقات والانحدار العام للسطح Dip Slope بينما يتجه وجهها بانحدار شديد نسبيا نحو الشمال تنحدر عليه أودية منحدرة يمكن أن نلاحظ منها:



شكل رقم (٦٤) سطح ووجه كويستا بعضها مجموعة من الأودية

١ – عدم انتظام سطح الحافة قرب منطقة التقائه بوجه الكويستا (عند قمتها) التى يصل منسوبها إلى نحو ٧٧٥ متراً والتى تبدو كمنطقة تقسيم مياه تعرضت بشكل واضح للتقطع وعدم الانتظام بسبب النحت الصاعد للأنهار.

٢ – يلاحظ تراجع الكويستا بشكل أوضح فى جانبها شديد الانحدار المواجه للشمال (وجه الكويستا).

٣ – يمكنك من الخريطة رسم الأودية وروافدها مع رسم خط تقسيم مبسط وتحديد مناطق الأسر الوشيك. Beheaded Capture.

خامسا: بعض الأشكال المرتبطة بالصدوع.

يصعب فى كثير من الأحوال تحديد الأشكال المورفولوجية الناتجة عن عمليات التصدع من الخريطة الكنتورية دون الرجوع إلى الخريطة الجيولوجية وتفهم التاريخ الجيولوجى للمنطقة.

ومن الظاهرات الصدعية التى يمكن أن تظهر من الخريطة الكنتورية حافة الصدع A Fault Scarp والتى تنتج أساسا وبشكل مباشر عن تحرك الصخور وتزحزحها مع حدوث

عمليات التصدع، وتظهر فى شكل سفح شديد الانحدار تطور على طول خط صدع بفعل عمليات التعرية المختلفة على جانبى الصدع والتى بدورها تعمل على تعديل شكل الأرض بالمنطقة.

وتظهر آثار التصدع فى بعض قطاعات الأودية النهرية وقنوات النهر والتى تأخذ شكل حرف U، وكذلك على بعض قطاعات السواحل التصدعية وعلى جوانب الهضاب أو الجبال التى تعرضت لأنواع مختلفة من الصدوع مثل الأخدودية والدرجية.

وفيما يلى قراءة تحليلية لبعض الأشكال الصدعية من الخريطة الكنتورية:

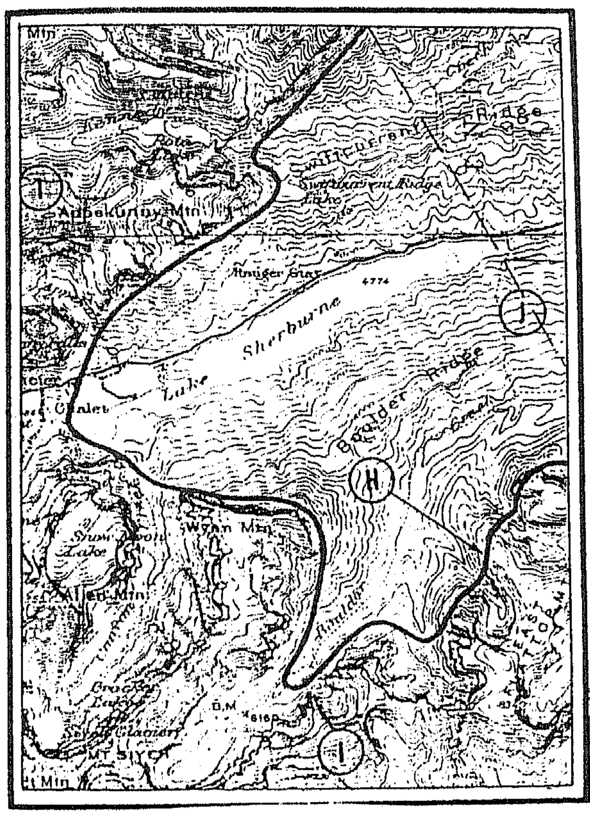
أ- تبين الخريطة التالية رقم (٦٥) جزءً من خط صدع ضخم يمتد لمسافة أكثر من ٤٥٠ كيلو متر باتجاه عام من الشمال إلى الجنوب فى ولاية مونتانا الأمريكية يلاحظ منها ما يلى:

١- امتداد جزء من خط الصدع سابق الذكر كخط سميك.

٢- نتج عن حدوث الصدع تزحزح لصخور ما قبل الكمبرى إلى الشرق لمسافة تتراوح ما بين ١٢ و ١٦ كيلو متر.

٣- يلاحظ الفارق فى التضرس والارتفاع على جانبى الخط.

٤- تعرض المنطقة ككل لعمليات تعرية جليدية نشطة تتمثل آثارها فى وجود بحيرات الحلبات الجليدية فى الجزء الجنوبى الغربى من الخريطة إلى جانب امتداد الأودية الجليدية.



شكل رقم (٦٥) جزء خط من خط صدع ضخم طوله ٤٥٠ كم بولاية مونتانا الأمريكية

٥- تمتد بحيرة شيربورن Sherburne Lake عند منسوب ٤٧٧٤ قدما يحدها خطا كنتور ٥٠٠٠ قدم.

٦- يمتد إلى الشمال من بحيرة شيربورن حافة سويفت كرنت Swift Current تفصلها عن أحد الأودية إلى الشمال الغربى.

ب- خريطة رقم (٦٦) بمقياس ١ : ٦٢,٥٠٠ وبفاصل كنتورى ٨٠ قدم.

تمثل جزءً من سلسلة جبال واساتش Wasatch Range تعرضت لعمليات تصدع Faulting فى مرحلة قديمة، يمكن أن يلاحظ منها الخصائص الجيومورفولوجية التالية:

١- يبين الخط السميك خط صدع يمتد على طول جبهة سلسلة واساتش .

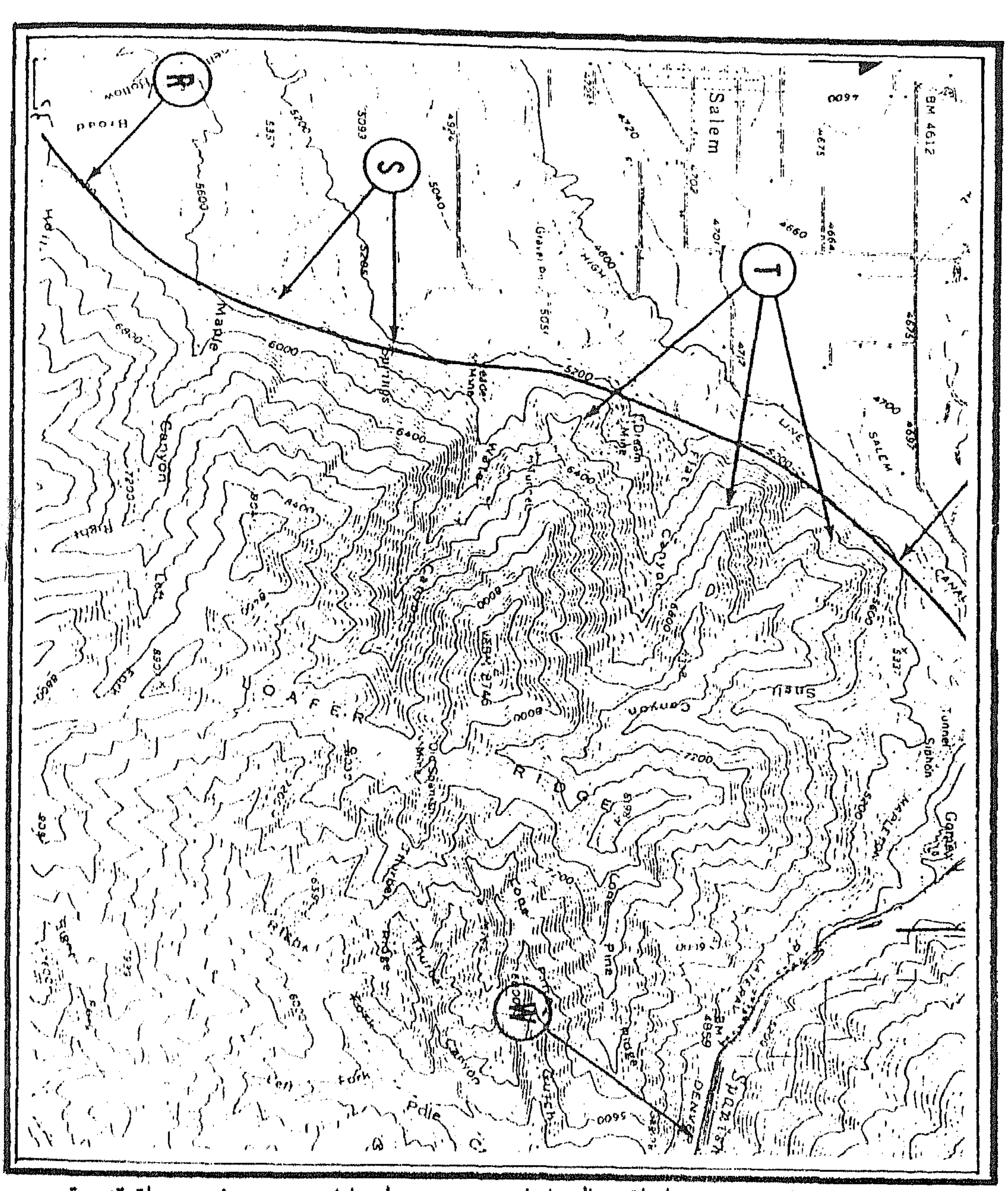
٢- تعرضت الحافة هنا للتقطع بفعل التعرية النهرية، بينما تعرضت الأجزاء العليا منها للتعرية الجليدية.

٣- يمتد نهر سبانش فورك Spanish Fork (السهم من حرف W) الذى كان كما يبدو من تحليل الخرائط الجيولوجية والكنتورية للمنطقة سابقا لارتفاع سطح المنطقة تكتونيا، وقد تمكن من الحفاظ على مجراه رغم حركات الرفع التى تعرضت لها المنطقة.

٤- تشير الأسهم المتجهة من حرف T إلى أوجه بروزات أو نتوءات ما بين الأودية المنحدرة باتجاه الغرب.

٥- يلاحظ تغير الانحدار بشكل واضح باتجاه الغرب نحو شواطئ بحيرة بونيفيل Bonineville Lake .

٦- يلاحظ رغم مرحلة النضج التى تمر بها الحافة كثرة الخوانق Canyons التى تمتد من حافة لوفر Loafer Ridge نحو الشرق كروافد لنهر سبانش فورك ونحو الغرب باتجاه بحيرة بونيفيل.



شكل رقم (٦٦) جزء من سلسلة جبال واساتشى تعرضت لعمليات تصدع فى مرحلة قديمة

جـ- تبين الخريطة التالية رقم (٦٧) حافة صدعية شديدة الانحدار إلى الجنوب الغربى من مدينة أبها بالمملكة العربية السعودية قرب عقبة ضلع.

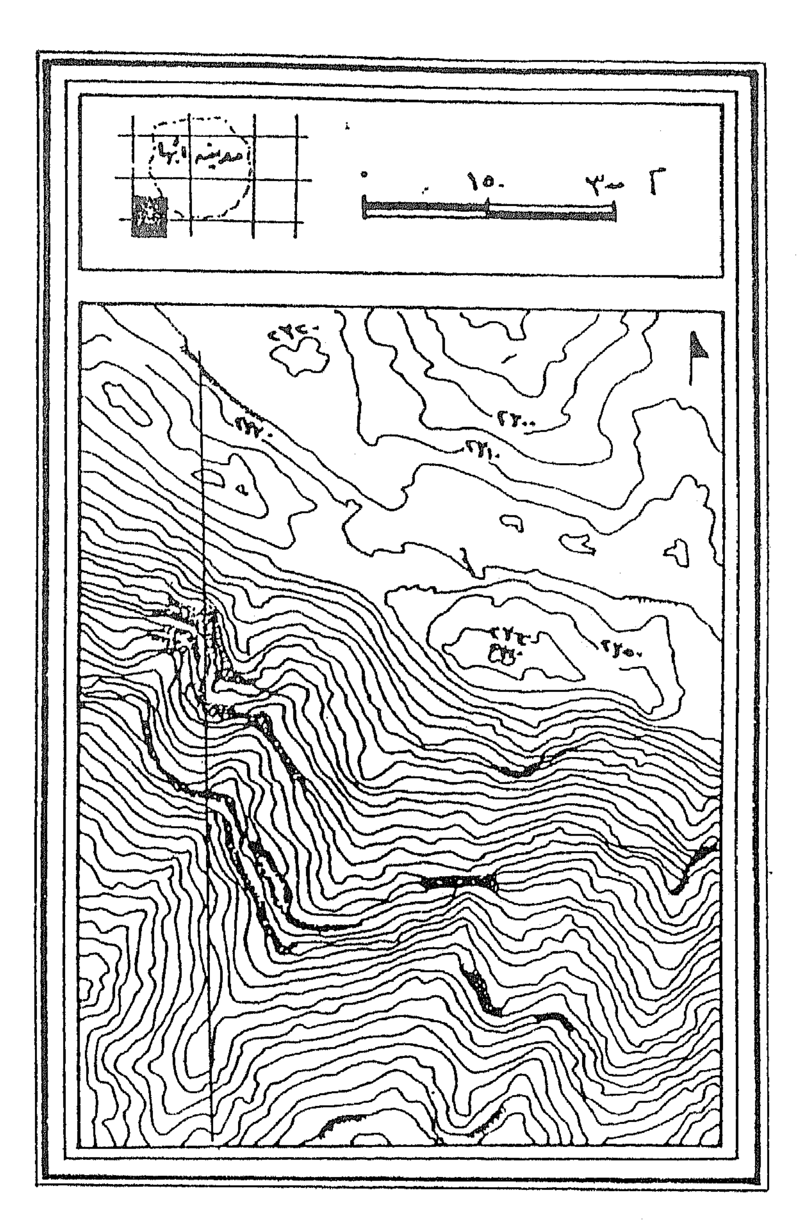
يلاحظ منها الخصائص والملامح الجيومورفولوجية التالية:

١- مدى وعورة الأرض وشدة انحدار الحافة بالاتجاه نحو سهول تهامة فى الغرب والجنوب الغربى.

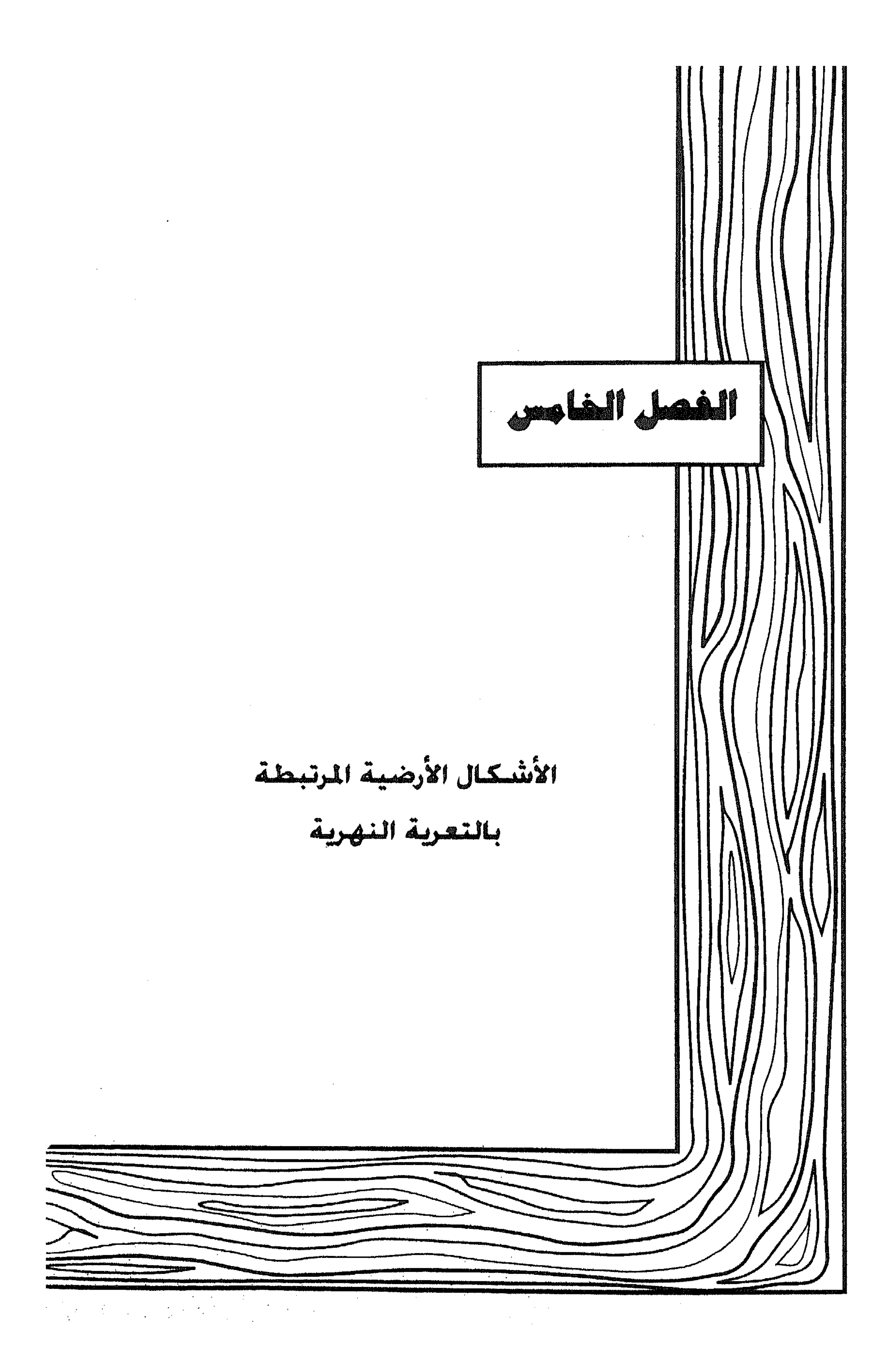
٢- يبدو الجزء الشمالى الغربى أعلى الحافة متضرسا مع بروز قمم جبلية مثل قمة جبل «ذرة» عند منسوب ٢٣٧٠ مترا فوق مستوى سطح البحر.

٣- يلاحظ التحام خطوط الكنتور على طول واجهة الحافة، حيث تظهر عندها جروف حائطية قائمة.

٤- مع شدة انحدار الحافة الصدعية توجد تعرجات واضحة فى خطوط الكنتور المتقاربة تدل على تقطعها بفعل العديد من الأودية التى عادة ما تقتفى فى جريانها امتدادات الصدوع أو الشقوق وخطوط الضعف بهذه الحافة.



شكل رقم (٦٧) خريطة كنتورية للمنطقة إلى الجنوب الغربي من أبها قرب عقبة ضلع



الفصل الخامس

الأشكال الأرضية المرتبطة بالتعرية النهرية

مقدمة:

تتميز أغلب المناطق الرطبة بحركة المياه الناجمة عن الأمطار باتجاه أقدام السفوح نحو البحر أو نحو أخفض منسوب يمكن للمياه الجارية أن تصل إليه، وهذه الحركة المائية فى الواقع تستمد منها الطاقة القادرة على حدوث تغييرات فى أشكال سطح الأرض.

فحيثما يسقط المطر تتحرك المياه إلى أسفل السفح فى شكل جريان غشائى دقيق ثم تتجمع فى البداية فى مسارب دقيقة Rills تتجمع بدورها فى أودية أكبر تتصل بعد ذلك بالنهر الرئيسى، وتقوم هذه المجموعة من المسارب والأودية بنحت الصخور على طول جريانها ناقلة معها المفتتات الصخرية نحو البحر.

وجدير بالذكر أن حمولة الأنهار ليست كلها من نتائج النحت النهرى، ولكن عمليات الانهيارات الأرضية Mass wasting على جوانب النهر دائما ما تأتى له بكميات إضافية من الرواسب تنقل ضمن حمولته، وعندما تزداد كمية الرواسب عن طاقة الحمل عند النهر تترك فى مواضعها أو ترسب بالقاع أو على جوانبه، وما يصل منها إلى مصب النهر قد يتشكل فى أغلب الأحوال فى صورة دالات متعددة الأنماط وذلك تبعاً لطبيعة منطقة المصب أو خصائص حوض النهر الفزيوغرافية.

وجدير بالذكر أن طاقة النهر عند أية نقطة على طول مجراه تعتمد أساساً على كمية المياه Volume وسرعتها Velocity.

ويتوقف قيام النهر بعملياته الجيومورفولوجية (النحت والنقل والإرساب) على كمية الطاقة المتاحة، حيث أن طاقة المياه المتحركة يجب أن تتفوق على الاحتكاك بقاع النهر وجانبيه.

وينقل النهر حمولته إما فى صورة مواد مذابة أو عالقة Suspended أو عن طريق التدحرج rolling وذلك بالنسبة للرواسب الخشنة (حمولة جر Tra ction).

وتظهر نتيجة للعمليات التى تقوم بها مجموعة أنظمة التصريف المائى داخل الحوض العديد من الملامح والأشكال المورفولوجية يرتبط بعضها بالنحت، والبعض الآخر بالإرساب

Deposition تعكس جميعا فى صورتها النهائية خصائص التعرية النهرية والذى يعنينا هنا مدى ما تبرزه الخريطة الكنتورية من هذه الملامح والأشكال.

وتبسيطا للشرح وتسهيلا لفهمها سوف نعرض لبعض أنظمة التصريف النهرى فى مراحل التعرية المختلفة من خلال الخريطة الكنتورية وبإبراز ما تتميز بها كل مرحلة من خصائص جيومورفولوجية.

النهر فى مرحلة الشباب youth Stage :-

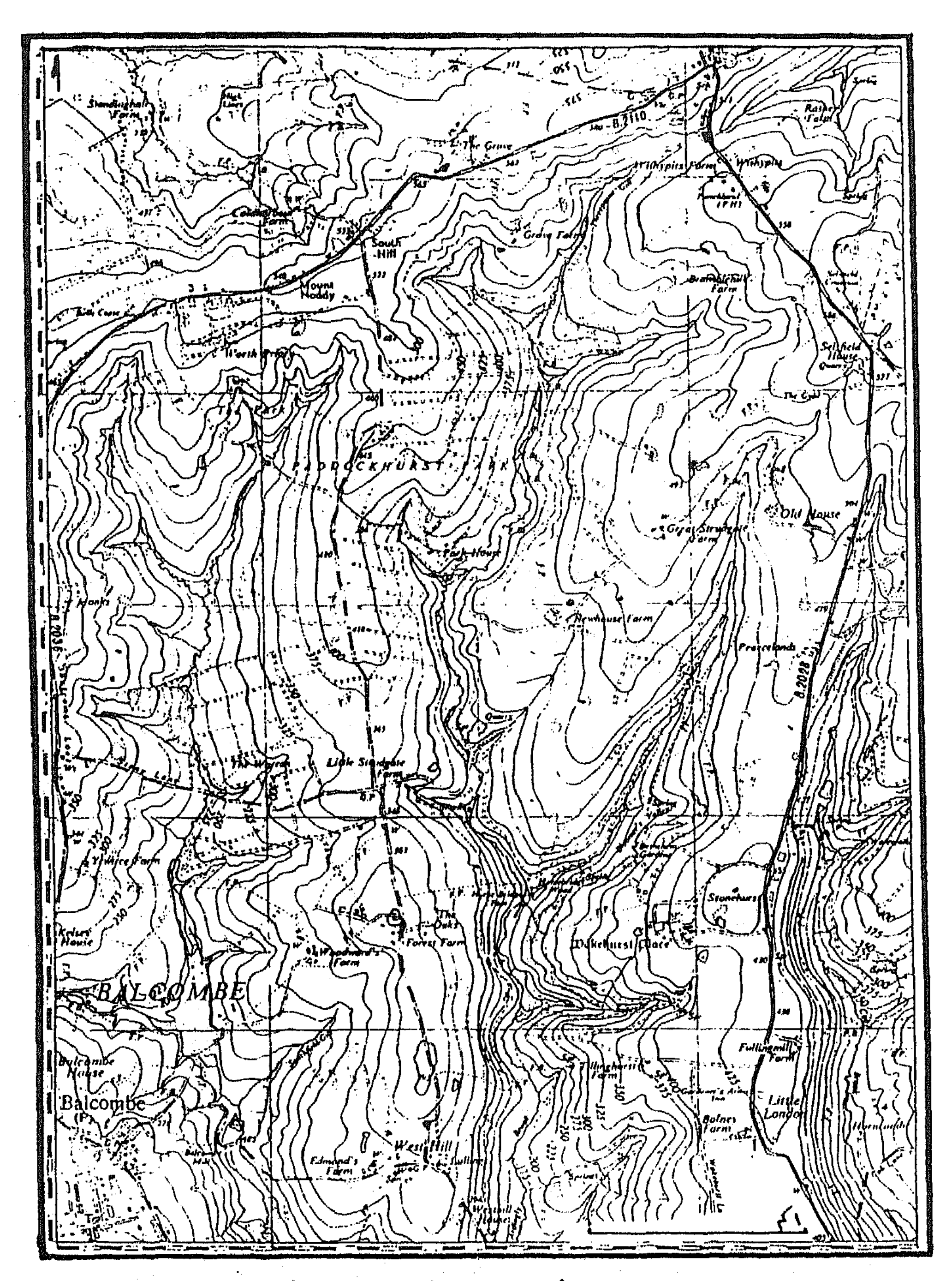
عادة ما تظهر علامات هذه المرحلة فى أعالى مجرى النهر The upper Course حيث تسود عمليات النحت والانهيارات الأرضية ورغم أن القنوات المائية تحتل مساحة محدودة من جملة مساحة حوض التصريف النهرى تتراوح ما بين ٢ إلى ٥٪ فقط إلا أن خصائصها تنعكس على شكل التضاريس داخل الحوض وأهم هذه الخصائص:

١- يأخذ القطاع النهرى فى الأغلب شكل حرف V حيث تسود فى هذه المرحلة عمليات النحت الرأسى vertical erosion متفوقة على عمليات النحت الجانبى، ومن ثم لا يظهر للقناة المائية قاع ذا شأن، مع شدة انحدار الجانبيـن نحوه وقد انعكس ذلك على ضيق المسافات بين خطوط الكنتور التى تحد المجرى، وفى كثير من الأحوال تتلاحم نتيجة لشدة كثافتها خاصة فى القطاعات الخانقية كما سوف يتضح ذلك بالتفصيل فيما بعد.

٢- شدة انحدار القطاع الطولى للنهر ويتضح ذلك من الخريطة الكنتورية من خلال تراجع خطوط الكنتور نحو المنبع واقترابها من بعضها على طول قطاعه الطولى مع تلاحمها فى بعض المواضع حيث توجد نقط التجديد Rnick - Points مكونة من المساقط المائية Water Falls.

٣- عدم وجود سهل فيضى، وإن وجد فيكون غاية فى الضيق أو فى شكل جيوب gaps منعزلة تظهر بوضوح من الخريطة الكنتورية.

٤- يظهر النهر دون تثنى فى أغلب قطاعه وإن وجدت ثنيات فإنها إما أن تكون خفيفة غير واضحة أو تكون متعمقة فى صخور الأساس bed rocks مما ينعكس على وجود النتوءات المتعمقة المتداخلة التى تطل على النهر بانحدارات شديدة.



شكل رقم (٦٨) الجزء الأعلى من نهر أووز بمقاطعة سوسكس فى بريطانيا

٥- مع عدم نضج النهر تظهر العقبات فى مواضع الصخور الصلبة التى يمر بها النهر فتظهر فى شكل عقبات جندلية أو فى شكل مسقط مائى يختلف الانحدار على جانبيها اختلافا بيناً ومن ثم تظهر -كما ذكر- فى شكل تلاحم كنتورين أو أكثر على مجرى النهر.

٦- تظهر أراضى ما بين الأودية inter Fluves areas - رغم مظاهر الشباب العادية- فى شكل أراضى منخفضة تنتشر فوقها السبخات والمناقع المائية، يرجع ذلك بالطبع إلى أن النهر لم يعمق مجراه بالشكل الذى يبرز ما حوله من تضاريس أرضية.

٧- يتميز النهر فى هذه المرحلة بقلة روافده وتباعدها tribularies .

أمثلة كنتورية لأنهار فى مرحلة الشباب

أ- توضح **الخريطة التالية رقم (٦٨)** الجزء الأعلى من نهر أووز Ouse بمقاطعة سوسكس فى بريطانيا يمكن أن نوجز أهم خصائصه فيما يلى علما بأن مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥,٠٠٠ (٤ سم/ كم أو $\frac{1}{2}$ ٢ بوصة إلى ميل واحد).

١- تجرى الروافد فى مرتفعات ويلد وجميعها تنصرف نحو نهر أووز لتصل إلى القنال الإنجليزية قرب ينوهامن.

٢- تتضح من الخريطة مظاهر الشباب تسود المنطقة ككل وأهمها:

- شدة انحدار الروافد ويمكن التأكد من ذلك من خلال عمل قياسات لقطاعات الأودية النهرية من منابعها حتى النهاية الجنوبية وكذلك من خلال عمل قطاعات طولية لروافدها، ويمكن أيضا إبراز ذلك من خلال قياس معدل الانحدار average gradient على طول المسافة بين المنبع وآخر نقطة باتجاه الجنوب وذلك بقسمة المسافة الأفقية على الفارق فى المنسوب بين النقطتين.

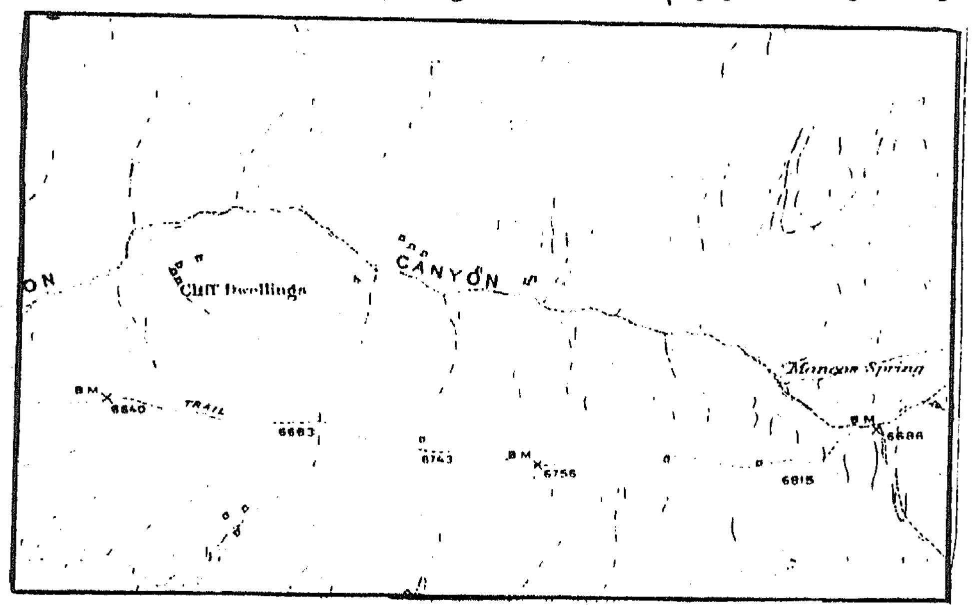
- يصعب على خريطة كنتورية بمثل هذا المقياس إبراز بعض الملامح المورفولوجية مثل الحفر الوعائية Potholes فى قاع القناة المائية أو التقويض السفلى على جوانبها ومن ثم كان للدراسة الحقلية أهميتها فى هذا الأمر.

- يبلغ معدل الانحدار الكلى لهذ المنطقة ١ : ٥٨ مع وجود الانحدارات الشديدة قرب المنبع مع تناقضها التدريجى باتجاه المصب downstream.

ويمكن القول من هذا المنطلق أنه مع الانحدار الشديد يسود النحت الرأسى على الأقل فى الميل الأول من المجرى حيث تضيف عمليات التجوية وزحف التربة وغيرها مفتتات إضافية للنهر تستخدمها كأدوات نحت بجانب كونها جزءاً من حمولته، وعموما يسود النحت عادة فى المجرى الذى يتميز هنا بجوانبه شديدة الانحدار، مثلما يظهر ذلك من الرسم التوضيحى بالخريطة السابقة - مع تتبع مجرى النهر الرئيسى وسط الخريطة من «هورس بروج» حتى نهاية الخريطة جنوباً يلاحظ تغير واضح حيث أصبح الانحدار أقل، يتضح ذلك من وجود خط كنتور واحد يقطع النهر من النقطة سابقة الذكر حتى الطرف الجنوبى للخريطة وهو خط الكنتور (١٧٥ قدم)، يلاحظ كذلك وجود انحناءات كبيرة بالمقارنة بتلك المنحنيات الصغيرة أعلى المجرى.

- إذا ما تم عمل قطاع عرضى فى الجزء السابق جنوب هورس بروج فإننا نلاحظ منه جوانب الوادى مازالت شديدة الانحدار، ولكن مع وجود شريط من الأرض المستوية الضيقة على كلا الجانبين، وهذه الملامح فى الواقع تظهر الانتقال من المجرى الأعلى إلى المجرى الأوسط للنهر. متمثلة أساسا فى ظهور أثر النحت الجانبى بجانب ما يقوم به النهر من نحت رأسى وما ينتج عن ذلك من ملامح مورفولوجية مميزة مثل شريط السهل الفيضى سابق الذكر.

ب- توضح الخريطة التالية رقم (٦٩) منطقة خانق سودا - Soda Canyon بولاية كولمبيا الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٦٢٥٠٠ وفاصل كنتورى ٥٠ قدما.



شكل رقم (٦٩) خانق سودا

يمكن من خلال قراءتها وتحليلها أن نحدد ما يلى من خصائص وسمات.

١- اقتراب شديد لخطوط الكنتور من بعضها كلما اقتربنا من مجرى النهر وذلك بداية من خط كنتور ٦٧٠٠ حتى خط كنتور ٦٠٠٠ وهو منسوب النهر نفسه، بينما يظهر تباعد واضح لخطوط الكنتور كلما بعدنا عن المجرى.

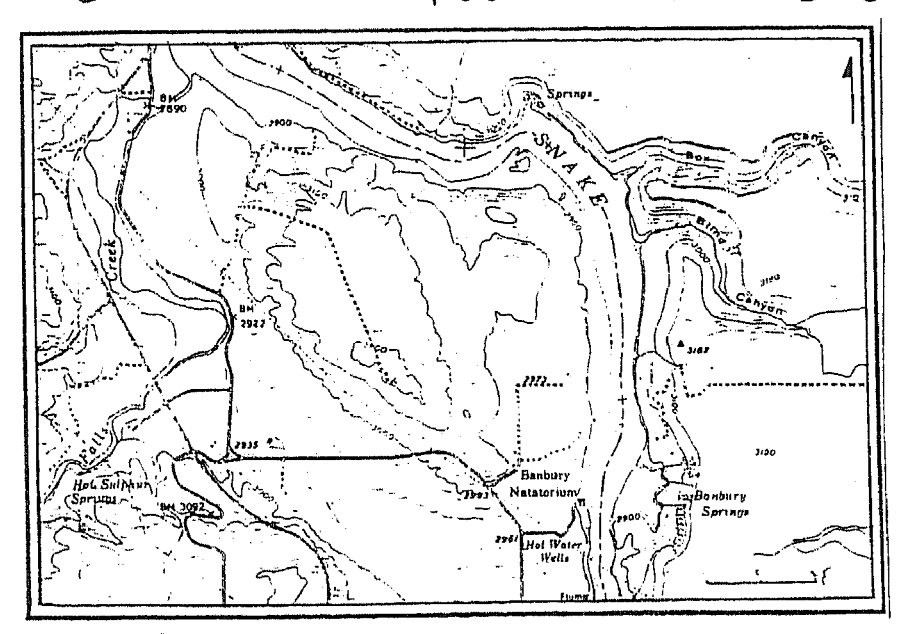
٢- نفس الوضع السابق نجده يتكرر مع روافد الوادى الخانقى.

٣- يبلغ الفرق المحلى (الفارق فى المنسوب داخل الخريطة) ٨١٥ قدما بين أعلى نقطة إلى الجنوب الشرقى وقيمتها ٦٨١٥ وأدنى نقطة داخل الحوض إلى الغرب ومنسوبها ٦٠٠٠ قدم.

٤- توجد إلى الشمال منطقة تقسيم مياه بين روافد الوادى المذكور وروافد أحد الأودية الأخرى، وتوجد أيضاً إلى الجنوب منطقة تقسيم مياه يمتد فوقها خط متقطع يصل بين الذرى العالية المتبقية فوقها لاحظ مدى اقتراب المنابع للأودية من بعضها على جانبى منطقة التقسيم.

٥- يلاحظ من الخريطة أن أكثر المناطق استواءاً هى أكثرها ارتفاعاً حيث تمثل أراضى ما بين الأودية ومناطق تقسيم مياه.

جـ- تبين الخريطة التالية رقم (٧٠) قطاع محدود من وادى نهر سينيك Snake شمالى غربى ولاية إيداهو الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٢٤,٠٠٠ يلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٧٠) قطاع محدود من وادى سنيك بولاية إيداهوا الأمريكية

١- يمتد النهر هنا فى شكل خانق يشتد انحداره بوضوح ظاهرعلى الجانب الشرقى من قطاع النهر، حيث يهبط بانحدار شديد من منسوب أعلى من ٣١٠٠ متر إلى مائتى متر فى بعض أجزائه خاصة شمال الثنية الجنوبية عند منطقة المنابع.

٢- يلتقى بالوادى هنا فى الشرق واديان خانقيان الشمالى خانق بوكس Box Canyon والجنوبى «خانق بلند» أو الخانق الأعمى Blind Canyon تطل على النهر جوانب شديدة الانحدار تماثل الحافة المطلة على الجانب الشرقى من الخانق الرئيسى بنهر سنيك والتى توجد بها أكثر من ١٠٠٠ عين كبريتية حارة Hot APring .

٣- يمتد إلى الشرق من الثنية هضيبة لافية يقل انحدارها بالاتجاه نحو الشمال الغربى من خط كنتور ٣٢٠٠ قدم حتى خط كنتور ٣١٠٠ قدم ليشتد ثانية نحو ممر تلى مرتفع نسبيا يفصلها عن تل أقل حجما وأقل منسوبا.

٤- تتغذى الينابيع الحارة على الجانب الأيمن من النهر، من أنهار جوفية مدفونة Underground buried streams تنساب جنوب نهر سنيك الذى يمتد هنا من الجنوب إلى الشمال.

٥- يجرى فى أقصى الغرب نهر كريك بانحناءات واضحة كبيرة باتجاه الشمال الشرقى، يلاحظ ضيق الوادى فى الجنوب الغربى فى منطقة مساقط مائية وينابيع حارة ليتسع بعد ذلك مع ابتعاد خط كنتور ٢٩٠٠ قدم عن مجرى النهر فى بعض المواضع، مع التقاء بعض الروافد الصغيرة به إلى أن يلتقى بنهر سنيك.

٦- يلاحظ انخفاض السطح بشكل واضح فى الجانب الشرقى والشمالى من الخريطة فيما بين خطى كنتور ٣٢٠٠ و ٣١٠٠ قدم، حيث تمثل هذه المنطقة موضع وادى قديم متسع ممتلئ بطفوح بركانية.

النهر فى مرحلة النضج:

يتميز النهر فى هذه المرحلة بقيامه بتوسيع وتعميق وإطالة مجراه وتطور شبكة كثيفة من الروافد، مع ظهور أراضى ما بين الأودية inter fluves نتيجة لنحتها فى شكل تلال أو أراضى منحدرة، يقل انحدار النهر فى هذه المرحلة بالمقارنه بمرحلة الشباب بدرجة تجعله يثنى

ويرسب سهلا فيضياً قد تحده باتجاه النهر جسور طبيعية natural levee's تمثل حاجزاً مرتفعا نسبيا بين قناة النهر وسهله الفيضى.

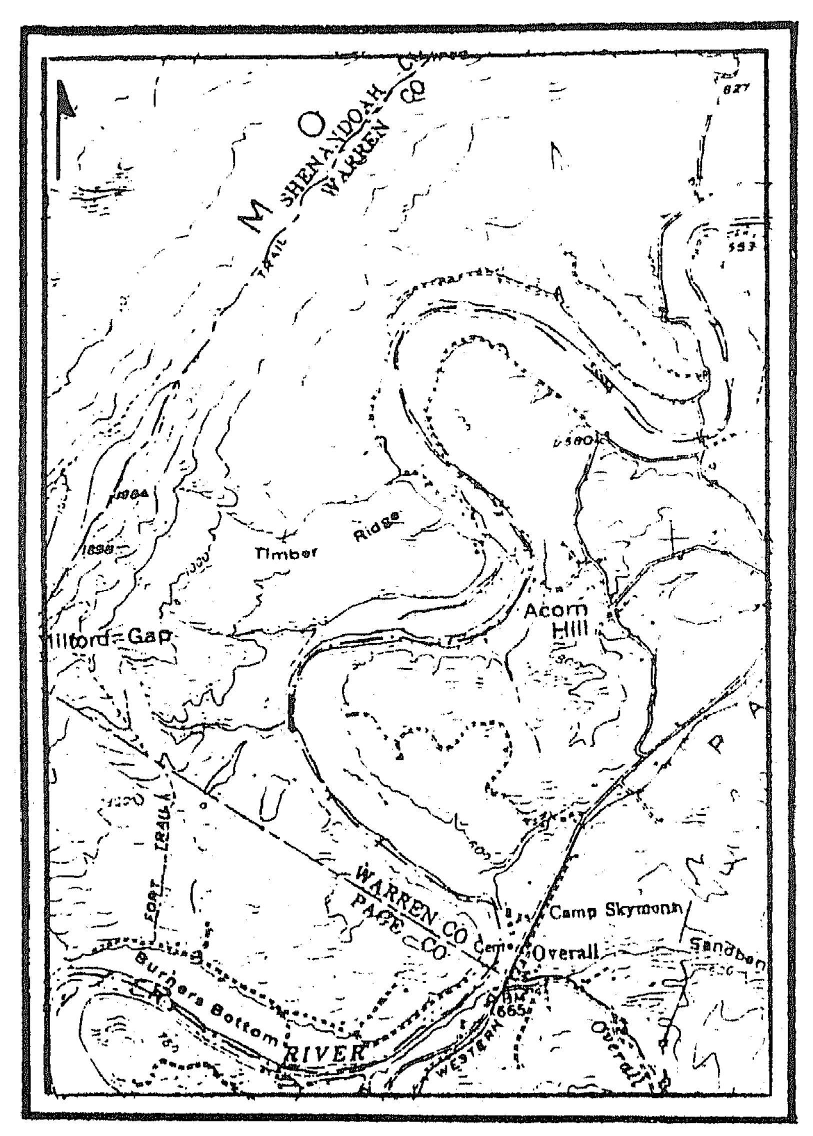
وتتميز حافة الوادى بحوائط نتيجة لتراجع الحافات على جانبى وادى النهر، وتظهر ببعض الأودية مدرجات terraces عبارة عن أراضى مرتفعة عن منسوب السهل الفيضى الحالى قد تكون نتاج وجود طبقات صخرية صلبه استطاعت أن تقاوم عمليات النحت النهرى أو قد تكون عبارة عن سهول فيضية قديمة تركها النهر إلى منسوب أقل بسبب تغير مستوى القاعدة أو نسب تغيرات مناخية.

ومن الملامح التى تساعد على تحديد مرحلة النضج تلك التى تنتج عن اقتطاع الثنيات مثل البحيرات الهلالية Lakes التى تشبه حدوة الحصان horse show وعلامات الثنية Scars.

يتميز الجانب الخارجى للثنية بارتفاعه وشدة انحداره نتيجة لتكونه عن طريق النحت أو التقويض السفلى ، بينما يحدث الإرساب، بالجانب الداخلى للثنية مكوناً حاجزاً رملياً أو حصوياً منخفض يعرف بالـ Slip of slope .

ومن الخصائص الأخرى لهذه المرحلة خلو مجرى النهر من العقبات (الجنادل والشلالات) واقترابه من فكرة التمادل التى تعد فى الواقع فكرة نظرية.

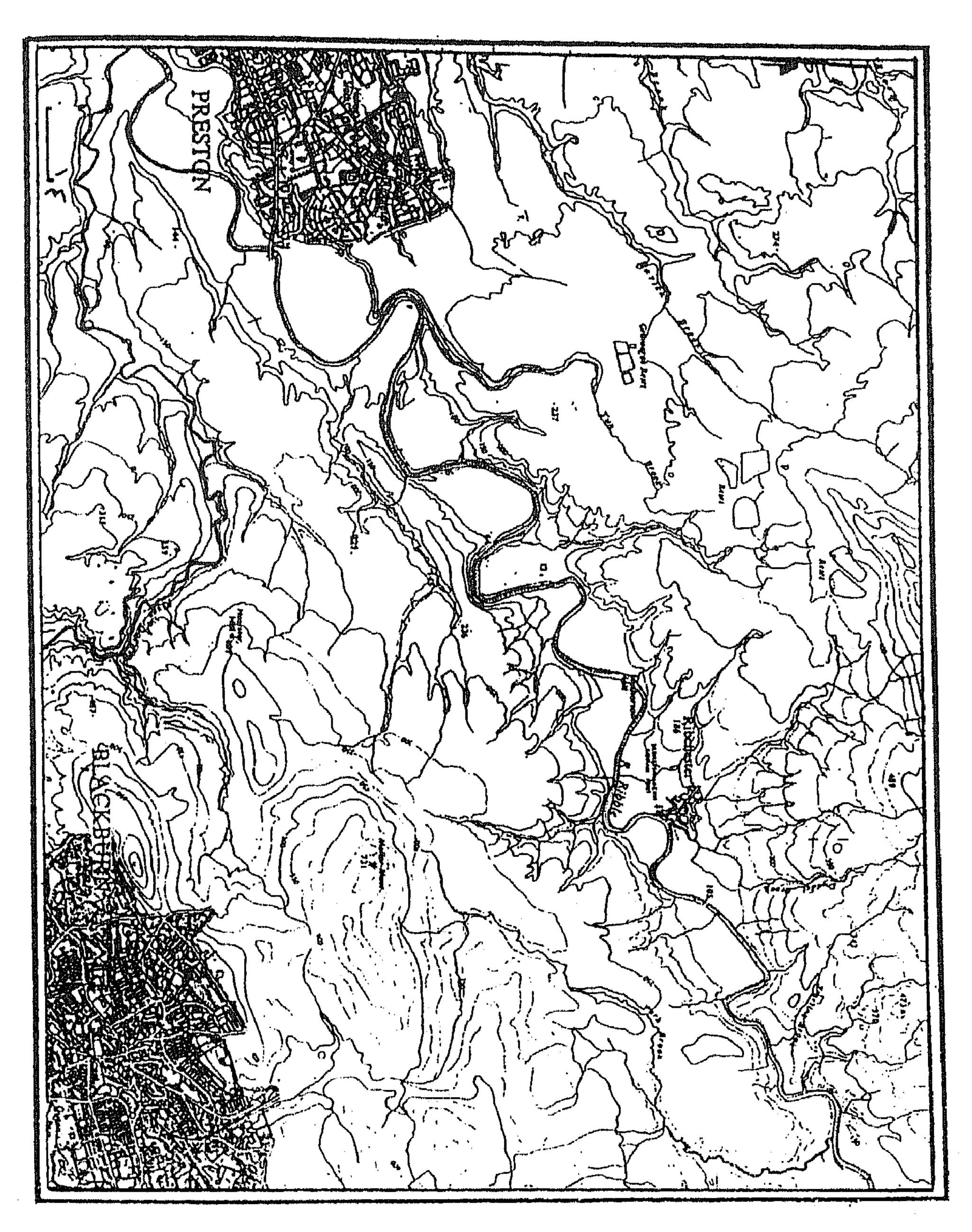
ويبدو القطاع العرضى للنهر على شكل حرف U وذلك مع اتضاح قاع القناة المائية وإن كان يصعب معرفتها من الخريطة الكنتورية إن لم تكن بمقياس رسم كبير، وبشكل عام ينطبق نطاق الثنيات meanderbelt مع حدود السهل الفيضى فى هذه المرحلة، كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٧١).



شكل رقم (٧١) نهر فى مرحلة النضج

وفيما يلى تحليل وشرح لمرحلة النضج النهرى من الخريطة الكنتورية.

أ- توضح الخريطة التالية رقم (٧٢) جزء من نهر ريبل **River Ripple** بمقاطعة بلانكشير ببريطانيا بمقياس رسم ١ : ٦٣٣٦٠ (١,٦ سم : ١ كم) حيث ينبع النهر من سفوح ويرنسايد فى مرتفعات بنين الوسطى متجها نحو الجنوب ثم إلى الجنوب الشرقى ليصب فى البحر الأيرلندى عند برستونPreston



شكل رقم (٧٢) جزء من مجرى نهر ريبل ببريطانيا

ويمكننا أن نلم بالخصائص والملامح المورفولوجية الخاصة بالنهر وحوضه من الملاحظات التالية.

١- يقطع خط كنتور ١٠٠ قدم (٣٠ متر) النهر في أقصى الشمال الشرقي على مسافة أقل من نصف ميل من التقاء رافده بارك برووك بينما يقطعه خط كنتور ٥٠ قدم في منتصف المسافة تقريبا بين كل من ربشستر وبرستون.

ويمكن من خلال قياس المسافة بين تقاطع الكنتورين السابقين مع النهر معرفة معدل الانحدار الذى يتميز بدوره باعتداله وذلك لطول النهر الزائد بسبب إنشائه على طول مجراه.

٢- يمكن تحديد المناطق المستوية من الخريطة سنجدها تشغل مساحة واسعة بالمقارنة بتلك الأراضى المرتفعة شديدة الانحدار فى بعض المواضع على جانبى النهر، وهى ما تعرف بالجوانب الخارجية للثنيات التى نتجت كما نعرف من عملية التقويض السفلى والنحت الجانبى للنهر.

٣- يلاحظ أن السهل الفيضى للنهر ينطبق مع نطاق الثنيات وهى سمة من سمات النهر في مرحلة النضج ويمكن القيام به خلال قياس نطاق الثنية وقياس اتساع قاع الوادى المستوى وهو السهل الفيضى.

٤- يجب أن ندرك أن امتداد خط كنتور ٥٠ قدم (١٣ متر) على طول ملاصقاً للنهر بل لمسافة كبيرة لا يعنى أن النهر يقع على منسوب أقل من السهل الفيضى فقد تدل الكنتورات على أن النهر أقل منسوبا من ٥٠٠ قدماً فوق مستوى سطح البحر (ربما ٤٩ قدما) ومنسوب السهل الفيضى أعلى من ٥٠ قدما (ربما ٥١ قدما).

ب- توضح الخريطة التالية رقم (٧٣) جزء من نهر هوايت White .R بولاية أنديانا الأمريكية يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:

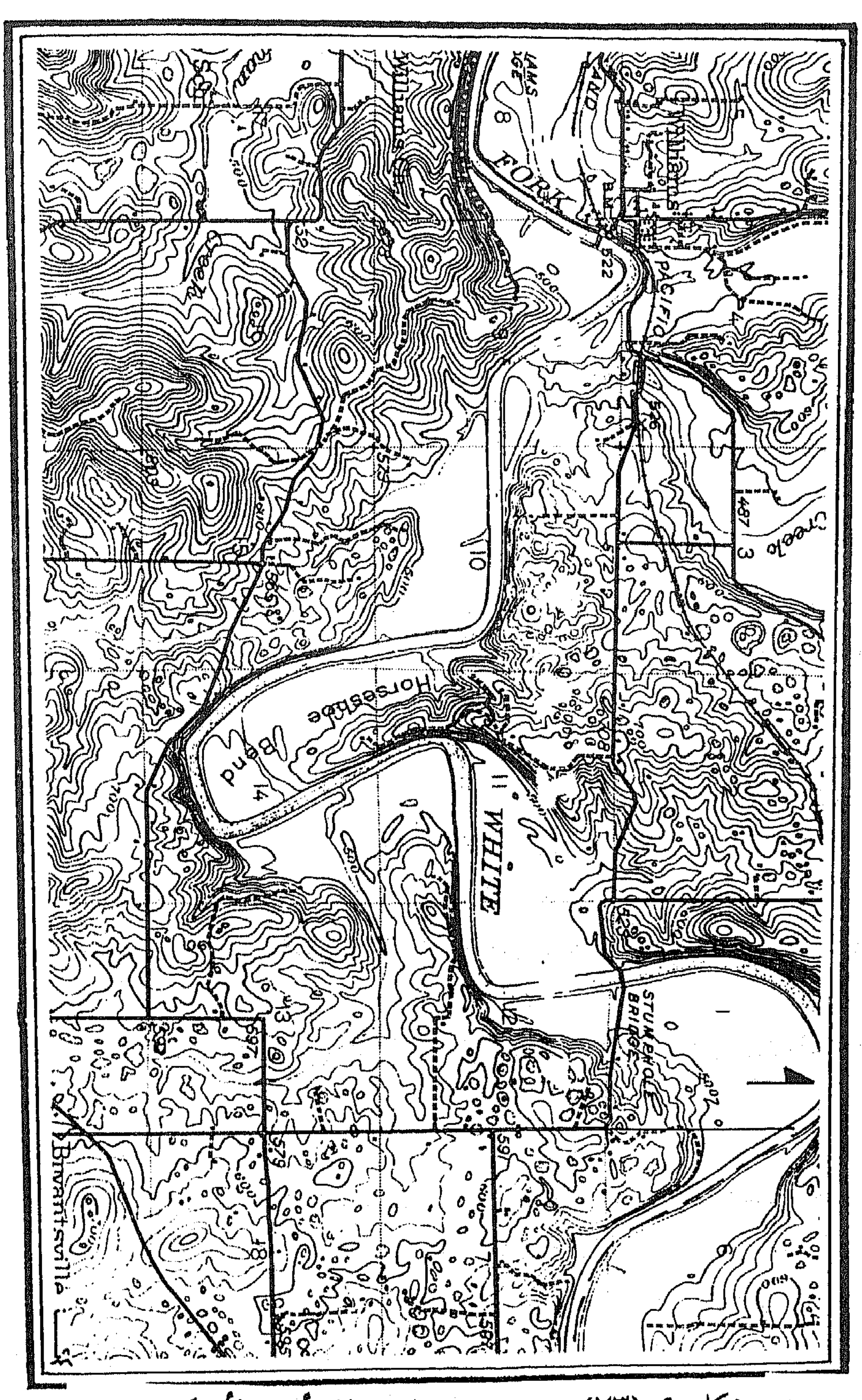
١- تتضح الثنيات النهرية في أشكال مختلفة مع تباعد الحافات عن مجرى النهر وهى ثنيات متعمقة.

٢- تقطع الهضبة الواقعة إلى الغرب.

٣- يظهر نتوء ثنيه meander spur في شكل حدوة حصان وسط القطاع تقريبا مع ملاحظة وجود سفوح معزولة داخل الثنية مع شدة انحدار جانبها الخارجى (جانب الثنية).

٤- ينطبق نطاق الثنيات مع نطاق السهل الفيضى تقريبا مما يدل على اتجاهه نحو المرحلة الوسطى أو مرحلة النضج النهرى.

٥- يلاحظ وجود قلب الثنية وعلاقتها قرب كروك كريك شمالى شرقى قطاع النهر.



هكل رقم (٧٣) جزء من نهر هوايت بولاية أنديانا الأمريكية

النهر فى قطاعه الأدنى (مرحلة الشيخوخة).

يتميز النهر فى هذه المرحلة باتساع قناته المائية التى تأخذ شكل حرف U المفتوح مع اتساع بالغ للسهل الفيضى وتميز منطقة ما بين الأودية بنحتها نحتاً تاماً وتسوية سطحها باستثناء بقايا نحاتيه متمثلة فى تلال مبعثرة monadnock . يتميز النهر كذلك بشدة تعرجه وانحداره البطئ مع اختفاء العديد من الروافد وظهور السهل الفيضى متسعا تنتشر فوق سطحه السبخات والعديد من الملامح الناتجة عن تطور الثنيات وما يرتبط بها من هجرة النهر لمجراه، كذلك تكثر الجزر بالقناة المائية للنهر وهى فى معظمها جزر طينية فيضية ناتجة من تطور الثنيات النهرية.

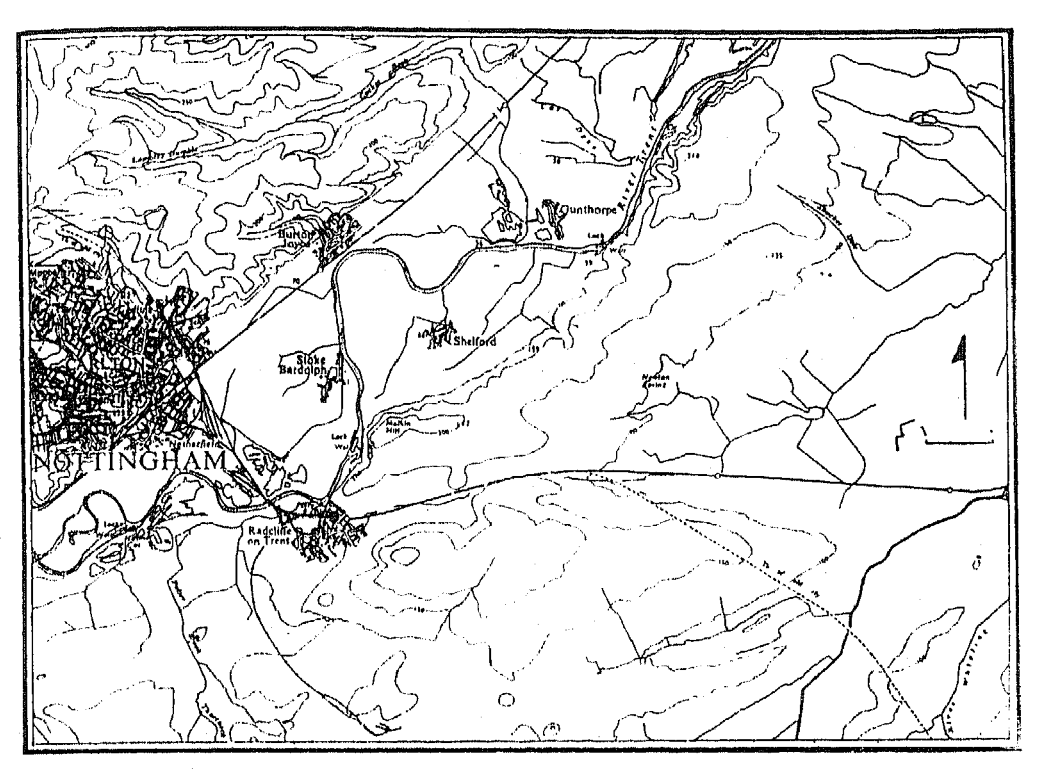
ويمكننا إبراز هذه الخصائص من تحليل الخرائط الكنتورية التالية:-

أ- يتضح من الخريطة التالية رقم (٧٤) جزء من نهر «ترنت» فى مقاطعه نوتنتجهام يجرى وسط سهل متسع ومستو داخل وادى يبلغ اتساعه نحو ثلاثة كيلو مترات يحدد على الجانبين بخط كنتور ١٠٠ قدم (٣٠ مترا) يقع معظم قاع الوادى على منسوب ١٨ قدم تقريبا فوق مستوى سطح البحر كما يتضح ذلك من نقط المناسيب ٦٠، ٥٦ قدم، ويمكن أن يتضح ملامح الوادى جيدا من جروف«رد كوبر مارل».

١ - تظهر من الخريطة ثنيات النهر على طول امتداده وأحيانا ما تصل الثنية حتى حافة نهاية السهل الفيضى، وفى مثل هذه الحالة تظهر الجروف النهرية، فعند مدينة رادكلف Rad Cliffe نجد الجروف تظهر رأسية، بينما ينحدر السطح انحداراً هيناً نحو الجنوب الشرقى، ويظهر عند الجروف نشاط متزايد لعملية التقويض السفلى التى يقوم بها النهر، وتظهر أشجار على هذه السفوح مائلة باتجاه النهر مما يعكس أثر عمليات زحف التربة soil creep على هذا الجانب.

٢ - وإلى الشمال الشرقى والجنوب الغربى من هذه الجروف المنحدرة نجد السهل الفيضى محاطاً بسفوح أقل انحداراً تنمو فوقها نباتات دائمة، وقد تم بناء جسور طبيعية على الجوانب اليسرى لقناة النهر مما أدى إلى حجز مياه الفيضان ومنعها من غمر السهل الفيضى.

٣- يظهر على الأرض الممتدة بين السكة الحديدية والنهر انحدار سطحى هين ولكن واضح يتجه بعيداً عن النهر ويمثل فى الواقع جسورا طبيعية تميز العديد من الأنهار الكبرى فى العالم.



شكل رقم (٧٤) نهر ترنت فى مقاطعة نوتنتجهام

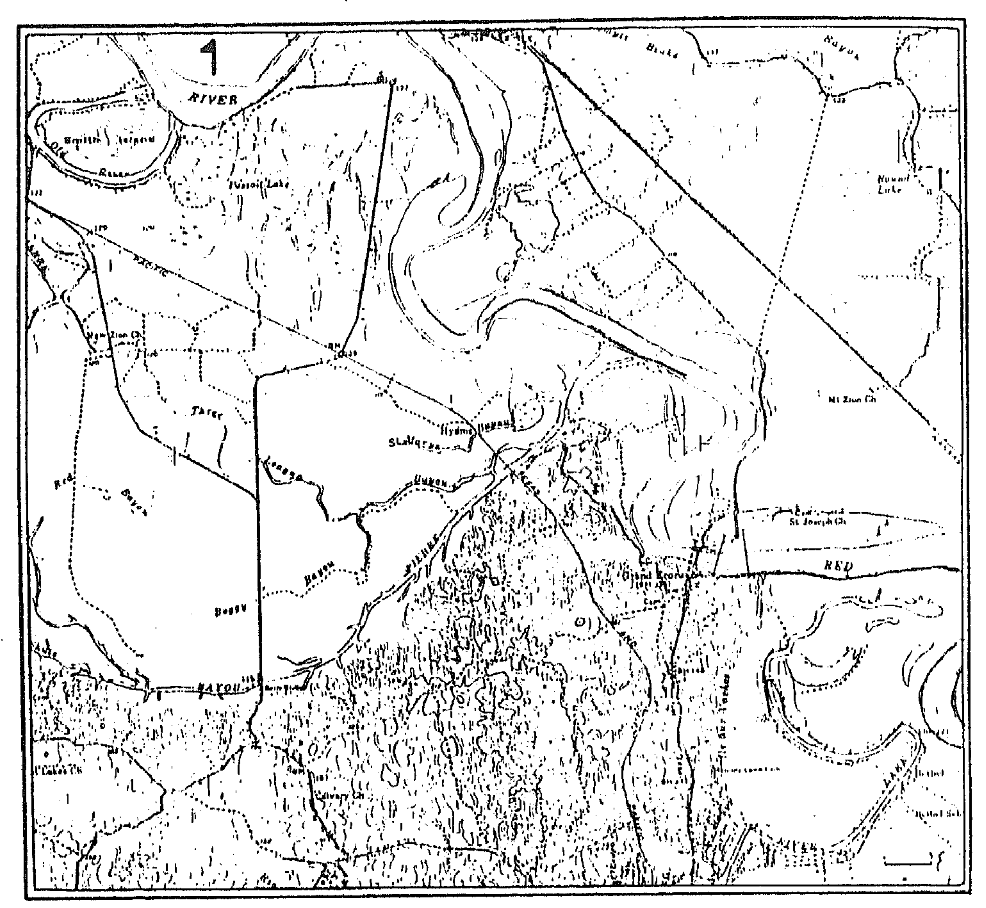
٤- يلاحظ اتساع السهل الفيضى بعيدا عن نطاق الثنيات باستثناء المنطقة قرب مدينة راد كلف.

٥- لا توجد نتوءات بارزة بين الثنيات أو بين الروافد التى تلتقى بالنهر، وهذه سمة من سمات الأنهار فى أجزائها الدنيا.

٦- ينتج عن هجرة الثنيات بنهر «ترنت» بشكل بطيء تجاه المصب أن تركت خلفها جروفاً تطل على النهر بشكل رأسى وهى تتعرض باستمرار للتجوية، وزحف التربة وتعرف بحوائط النهر Bluffs.

٧- يبلغ معدل انحدار النهر عند راد كلف ١ : ٢٤٥٠ أو ٦ كم لكل كيلو متر واحد وتبلغ سرعة المياه ٧٥و متر/ ثانية، ويتعرض هذا النهر كثيرا للفيضانات المتكررة، وإن كان قد تم التحكم فيها من خلال إنشاء السدود.

ب- توضح الخريطة التالية (٧٥) قطاعا من النهر الأحمر شمالى شرقى ولاية لويزيانا الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٦٢٥٠٠ وفاصل كنتورى ٢٠ قدم.



شكل رقم (٧٥) قطاع من النهر الأحمر شمالى شرقى ولاية لويزيانا

يتضح من الخريطة ما يلى:

١- تتضح مظاهر الشيخوخة على القطاع الطولى للنهر الأحمر فى هذا الجزء متمثلة فى التثنى الواضح والثنيات المقتطعة وانحداره البطئ للغاية الذى يظهر من خلال عدم تقاطع أى خط كنتور مع مجرى النهر بالخريطة.

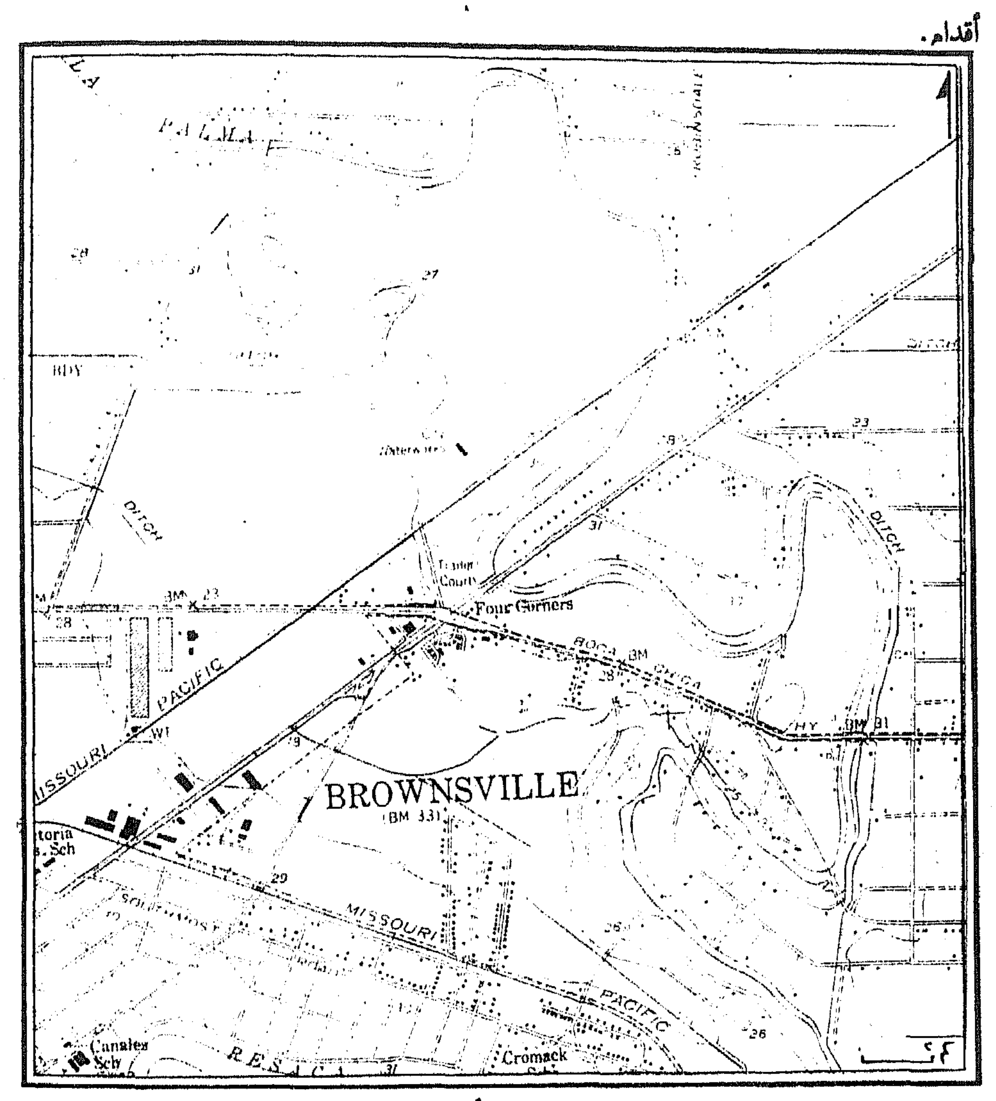
٢- تظهر الجسور الاصطناعية arlificial levees عند «بتشل سكول» فى أقصى الجنوب الشرقى ما يدل على انبساط سطح السهل الفيضى.

٣- تظهر جنوب الخريطة أراضى مرتفعة يقطعها العديد من الأودية.

٤- تنتشر المستنقعات والسبخات على سطح السهل الفيضى المنخفض.

٥- وجود ثنية مقتطعة تمثل مجرى مائى قديم تبدو فى شكل بحيرة هلالية غير منتظمة.

جـ- توضح الخريطة رقم (٧٦) جزءا من القطاع الأدنى لنهر ريوجراند بولاية تكساس الأمريكية (أحد فروعه الممتد فى دلتاه) ومقياس الرسم ١ : ٢٤٠٠٠ والفاصل الكنتورى خمسة أقدام.



شكل رقم (٧٦) جزء من القطاع الأدنى لنهر ريوجراند بولاية تكساس

يمكن أن نلاحظ منها ما يلى :-

١- انبساط السطح وانخفاضه حيث يتراوح الارتفاع بين ٢٥-٣٠ قدم.

٢- تعرج واضح للقناة المائية وبطء شديد فى الانحدار، يتضح ذلك من امتدادها محاطة بخط كنتور ٢٥ قدم دون أن تقطعها.

٣- وجود العديد من الثنيات المقتطعة كما يظهر ذلك فى الشمال الغربى.

٤- تمثل المنطقة بكاملها جزءاً من دلتا نهر ريوجراند منخفضة السطح لا يناسبها سوى فاصل كنتورى صغير جداً (خمسة أقدام) لكى يمكن من خلاله إبراز التباينات التضاريسية المحدودة بالمنطقة.

٥- ظهور جسور طبيعية على الجانب الشرقى الموضح بالخريطة.

٦- الانحدار العام للأرض نحو الشرق وهو انحدار بطئ للغاية.

٧- أقدام الثنية الرئيسية فى هذا القطاع من النهر للاقتطاع يظهر ذلك من ضيق عنقها بشكل كبير بحيث لا يزيد على ربع الميل تقريبا. يلاحظ امتداد جسر طبيعى على الجانب الخارجى لهذه الثنية.

الظاهرات المورفولوجية الرئيسية بأحواض الأنهار

الدالات النهرية:-

تعد الدالات النهرية آخر مظهر مورفولوجى فيضى باتجاه مستوى القاعدة، وهى تتكون أساسا من رواسب فيضية نهرية alluvium تتراكم عند المصب وتأخذ أشكالاً مختلفة منها الشكل المروحى أو القوسى arcuate مثل دلتا نهر النيل ودلتا نهر الكانج ودلتا نهر السند ودلتا نهر الرون، ومنها الشكل المسنن مثل دلتا التيبر بإيطاليا والشكل الإصبعى مثل دلتا المسيسبى، وقد لا ينتهى النهر عن مصبه بدلتا لظروف مرتبطة ببيئة الإرساب نفسها ومن ثم يتسع النهر عن مصبه إتساعاً تدريجيا ليظهر فى شكل مصب خليجى Estuary مثلما الحال فى العديد من مصبات الأنهار مثل مصب نهر سانت لورنس ونهر الكونغو وعدد كبير من أنهار بريطانيا مثل نهر سيفرن.

وجدير بالذكر أن كل دلتا نهرية لها خصائصها الفزيوغرافية وملامحها المورفولوجية المميزة لها والتى نتجت بدورها عن ظروف موضعية محلية متمثلة أساساً فى حركة الرواسب على طول الشاطئ، وأثر التيارات المدية إضافة إلى الكثافة النوعية لمياه النهر والبحر، والتى ترتبط بدرجة الحرارة والملوحة Salimity فإذا كانت مياه النهر أقل كثافة من مياه البحر فإنها تنساب متدفقة فوق سطحه بحرية نحو الأرقام بينما تنتشر انتشاراً أفقيا محدوداً مما يؤدى إلى حدوث إرساب على هوامش الأسباب المائى ينتج عنه بناء جسور من رواسب فيضية تبرز فوق سطح البحر مكونة دلتا أصبعية تشبه أرجل الطائر Bird's Foot Delta مثل دلتا المسيسبى أو دلتا مثلثة أو مروحية الشكل مثل دلتا النيل ودلتا الرون وذلك فى حالة ما تكون كثافة مياه البحر متساوية مع كثافة مياه النهر .

ومن العوامل التى تؤثر فى شكل الدلتا درجة هبوط قشرة الأرض بسبب ثقل وزن الرواسب المتراكمة فوقها، فإذا ما كانت معدل الهبوط سريعا فإن نمو الدلتا تجاه البحر يكون بطيئاً مثلما الحال فى دلتا نهر النيل والتى يبلغ سمك رواسبها إلى نحو ٣٠٠٠ متر.

كذلك قد تتكون دلتا نهرية عندما ينتهى النهر نحو ببحيرة وتبدو فى شكلها العام متماثلة مع الدالات البحرية (أى التى تتكون على حساب البحر) مع الأخذ فى الاعتبار اختلاف الظروف الموضعية حيث تختفى هنا أثر الأمواج وعمليات التعرية البحرية وتكون الرواسب مفككة خاصة على سواحل البحيرات العذبة.

وفيما يلى أمثلة لأنواع من الدالات النهرية من الخريطة الكنتورية.

أ- دلتا نهر الرون:-

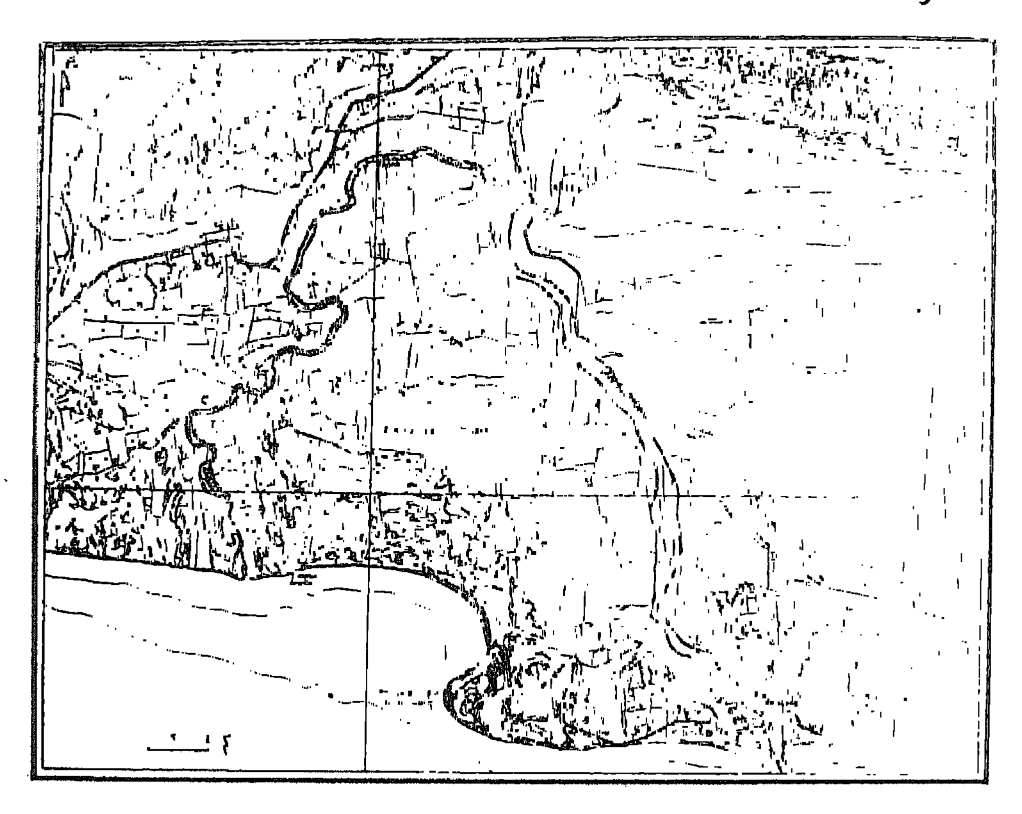
يظهر من الخريطة الكنتورية التالية رقم (٧٧) بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ وفاصل كنتورى ٢٥ م مجموعة من الخصائص والملامح الجيوموفولوجية بدلتا الرون يمكن إيجازها فيما يلى:-

١- أنها أقرب فى شكلها إلى المثلث غير المنتظم.

٢- يتفرع نهر الرون إلى الشمال من مدينة أرل Arles بأربعة كيلو مترات إلى فرعين رئيسيين، الفرع الشرقى وهو الأطول والأكثر تصرفا، حيث يصرف ٨٥٪ lk مياه نهر الرون نحو البحر المتوسط، ويصل منسوب النهر عند مدينة أرل إلى نحو المترين فوق مستوى سطح البحر

1- Sawuer, K. E., Landscape Studies, London,1978,280.

المتوسط والذى يبعد عن هذا الموضع بنحو ٤٧ كيلو متر مما يعكس بوضوح البطء الشديد للانحدار بمنطقة الدلتا.



شكل رقم (٧٧) دلتا نهر الرون بفرنسا

٣- تظهر بالفرع الشرقى سابق الذكر عدة جزر صغيرة تؤدى إلى تمدد قنواته المائية مما يدل على حدوث ترسيب على طول امتداد الفرع.

٤-ظهور عدة طرق وسكك حديدية ومراكز عمران بجوار الفرع الشرقى مع ظهور السبخات بعيدا عن مجراه، وذلك بسبب وجود جسور طبيعية على جوانب القناة المائية للفرع تظهر بخطوط تهشير تعكس بالتالى النشاط الإرسالى للفرع على جوانبه.

٥- يظهر الفرع الغربى الأصغر بنفس الملامح التى تميز الفرع الشرقى وجود تعرجات واضحة فى مجراه، كذلك يلاحظ وجود انحراف حاد فى مجراه قبل المصب بـ ١٢ كيلو متر بما يشير إلى حدوث هجرة لمجرى الفرع فى الماضى مع ملاحظة امتداد قناة مائية إصطناعية على طول مجرى الفرع القديم.

٦- يقع فيما بين الفرعين نطاق أرضى منبسط تنتشر فوقه السبخات والبحيرات أكبرها بحيرة ڤاكار الضحلة (أقل من المتر عمقا) التى تستمد مياهها من الأمطار المحلية والتى تعمل أيضا على رفع منسوب مياه الفرعين وانسيابها نحو تلك البقاع المنخفضة غير الناضجة من أرض الدلتا، والتى تشغلها السبخات والبحيرات والأخيرة تفصل عن البحر بواسطة حواجز رملية وعدد من الكثبان، ونظرا لاتجاه التيار المتوسطى من الشرق إلى الغرب فإن رمال الشاطئ تتحرك باتجاه الغرب.

٧- يلاحظ ضحولة المياه أمام شاطئ الدلتا حيث تمتد أمامها مياه أقل عمقا من عشرين مترا لمسافات تتراوح ما بين الكيلو متر الواحد والخمسة كيلو مترات يلاحظ اقتراب خط عمق ٢٠م من الشاطئ الشرقى مع ابتعاده باتجاه الغرب.

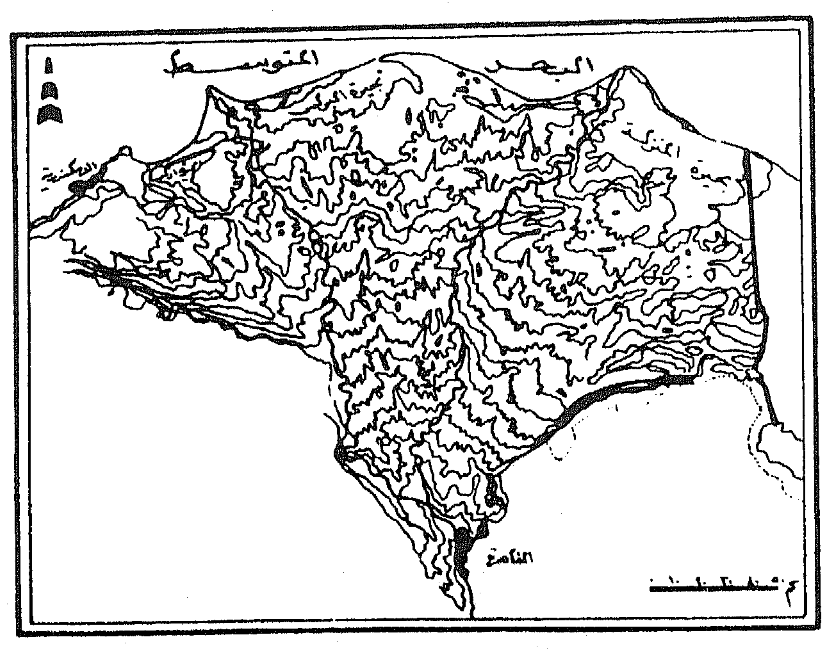
٨- يلاحظ تعمق مصب الفرع الشرقى باتجاه البحر بدرجة أكبر بكثير من مصب الفرع الغربى (لماذا؟).

٩- نظرا لانبساط الأرض وانخفاضها فيما بين الفرعين السابقين فإنه يصعب تمثيلها لخطوط كنتور مع مقياس الرسم والفاصل الكنتورى المذكورين آنفا. ومن ثم لا تظهر كنتورات سوى فى الجزء الجنوبى من الدلتا قرب موضع التفرع عندما يجتاز النهر أراضى مرتفعة نسبيا.

ب- دلتا نهر النيل:

تبلغ مساحة دلتا نهر النيل فى مصر أكثر من ٢٢ ألف كيلو متر مربع، تعد فى شكلها العام دلتا كلاسيكية مثلثة الشكل تمتد قاعدتها - غير المنتظمة - على طول الساحل المتوسط لمسافة أكثر من ٢٢٠ كيلو متر من مدينة بورسعيد فى الشرق حتى الإسكندرية فى الغرب، بينما يبلغ طولها ١٠٠ ارتفاع المثلث الدلتاوى - من رأس بلطيم شمالاً حتى نقطة التفرع جنوبا ١٧٠ كيلو متر.

ونلاحظ من الخريطة الكنتورية لدلتا النيل (رقم ٧٨) الخصائص الفزيوغرافية والملامح الجيومورفولوجية التالية:-



شكل رقم (٧٨) الخريطة الكنتورية لدلتا نهر النيل

١ – يتميز الساحل الدلتاوى الشمالى بعدم استقامته، حيث يبرز باتجاه الشمال فى بعض المواضع والقطاعات نتيجة لزيادة معدلات الترسيب النهرى الذى يؤدى إلى اضطراب التقدم على حساب البحر نحو الشمال، ومن هذه المواضع مصب فرع دمياط حيث يمتد نتوء دمياط نحو الشمال الشرقى، ويصب فرع رشيد ورأس بلطيم عند فتحة البرلس والتى تعد أكثر قطاعات الساحل الدلتاوى تغلغلا نحو الشمال لماذا؟ ومن مناطق التراجع نحو اليابس المنطقة من الساحل إلى الشرق من فتحة البرلس بنحو ١٠ كم التى تتعرض للتآكل السريع خاصة من التدخلات البشرية المتمثلة أساساً فى بناء الشاليهات وغيرها من منشآت ساعدت كثيرا على تقدم البحر وابتلاعه لجزء كبير من البلاج، ومنطقة رأس البر التى تتعرض بدورها أيضا للتراجع السريع خاصة بعد بناء سد فارسكور على فرع دمياط ومن المناطق الرئيسية من الساحل التى تتعرض للتراجع فى كثير من مواضعها النطاق الساحلى الممتد من دمياط حتى بورسعيد.

٢ – وجود عدد من البحيرات الطولية Lagoons مثل المنزلة والبرلس تمتد فى موازاة خط الشاطئ المقابل لها، يفصلها عن البحر حواجز بحرية Barruers تقطعها فتحات تعرف بالوانيز تصل بينها البحيرات والبحر المتوسط وتمثل مواضعها أما مصبات أفرع دلتاوية قديمة

مثل فتحة البرلس التى تمثل موضعاً لمصب الفرع السبنيتى القديم فتحة أشتوم الجميل التى تمثل مصب الفرع التانيتى الذى كان يخترق الجانب الشرقى من بحيرة المنزلة، وقد تكون مواضع هذه الفتحات مناطق ضعف فى الحواجز تخيرتها العمليات البحرية وقامت بالنحت خلالها.

٣- تزداد المسافات بين خطوط الكنتور بالاتجاه شمالا حيث يقل الانحدار بشكل واضح.

٤- تمتد خطوط الكنتور فيما بين الفرعين باتجاه عام من الشرق إلى الغرب مما يعنى اتجاه الانحدار العام من الجنوب إلى الشمال وسط الدلتا.

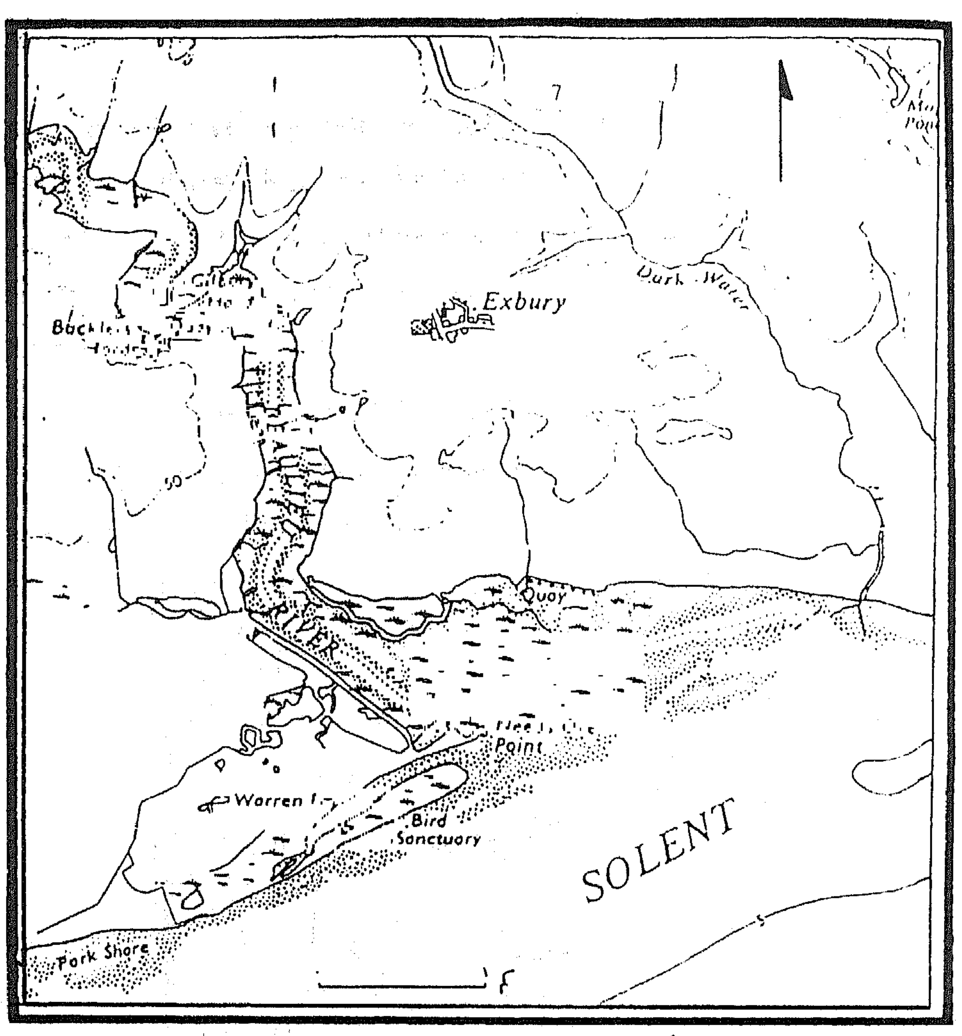
وإلى الشرق من فرع دمياط تتجه خطوط الكنتور نحو الجنوب الشرقى (حدد الاتجاه العام للانحدار) وإلى الغرب من فرع رشيد تنحرف خطوط الكنتور باتجاه الجنوب الغربى بما يعنى انحداراً عاماً للأرض غربى الدلتا نحو الشمال الشرقى.

جـ- بالنسبة للمصبات الخليجية فتظهر خصائصها الجيومورفولوجية Estuaries من خلال الخريطة الكنتورية التالية رقم (٧٩) التى تبين مصب صغير بمقاطعة هامشير بانجلترا يعرف نهر بيولى، حيث يتجه نحو البحر بمصب خليجى متسع يتميز بالضحولة، ومع إحاطة مصب النهر بخط كنتور ٥٠ قدما نجده يتباعد على جانبى المصب بشكل واضح كلما اقتربنا من الساحل لاحظ انتشار السبخات.

المدرجات النهرية River Terraces

تمثل المدرجات النهرية فى الأغلب بقايا لسهول فيضية سابقة للسهل الفيضى الحالى للنهر، وتظهر عادة على كلا جانبى القناة المائية للنهر، وقد نتجت أساساً عن حدوث تغيرات فى مستوى القاعدة أو نتيجة للتغيرات المناخية التى شهدتها المنطقة التى يجرى خلالها النهر، فعندما ينخفض مستوى سطح البحر لظروف تكتونية أو إيوستاتية يتجه النهر للنحت للوصول إلى مستوى القاعدة الجديدة تاركاً سهله الفيضى القديم فى شكل درج مرتفع يتناسب ومعدل الانخفاض فى منسوب مياه النهر، وهكذا تتباع مناسيب المدرجات.

١- محمد السيد غلاب ويسرى الجوهرى، الجغرافيا التاريخية (عصر ما قبل التاريخ)، القاهرة، ١٩٧٥، ص١٢٥.

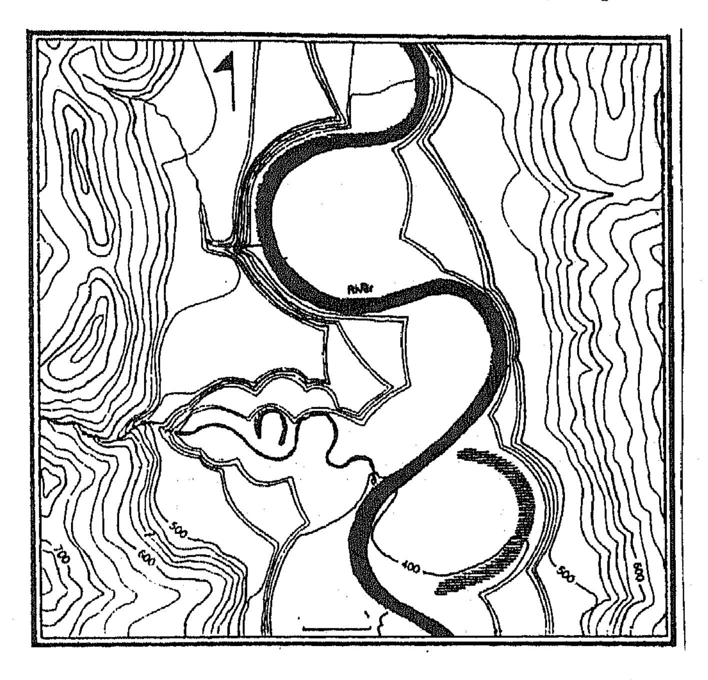


شكل (٧٩) مثال للمصبات الخليجية

فعلى سبيل المثال توجد على ضفاف نهر النيل الأدنى فى مصر – فى أجزاء متباعدة منه – بقايا مدرجات نهرية كونها النهر خلال فترات متعاقبة منذ أواخر البلاستوسين، وقد درست على يد العديد من الباحثين من أمثال ساند فورد وأركل Sandford Arkell وغيرهما، وتتراوح مناسيب هذه المدرجات بين ١١٥ فى أعلاها و٩ أمتار فى أقلها منسوبا وتمثل المصطبة أو المدرج الأول أقدمها وربما يرجع فى تكونها إلى أواخر البلايوسين، أما المدرج الأخير (٩ أمتار) فيرجع إلى فترة الموناستيرى المتأخر المناظر لفترة الدفء رس /فرم ويوجد كذلك مدرج آخر أقل ارتفاعاً يظهر على طول وادى النيل الأدنى فى مصر فى بعض القطاعات وذلك بارتفاع ثلاثة أمتار فوق مستوى السهل الفيضى الحالى.

ويمكننا بسهولة تتبع خطوط الكنتور المحيطة بمجرى القناة المائية للنهر داخل واديه وذلك لتحديد المدرجات النهرية ومعرفة أبعادها، فخطوط الكنتور عادة ما تتباعد بشكل واضح فوق سطح المدرج وتقترب من بعضها عند واجهته، وقد تظهر متصلة فى حالة المدرجات حديثة التكوين والتى عادة ما تكون منخفضة وقريبة من السهل الفيضى بينما تتقطع فى حالة المدرجات الأقدم والأعلى منسوباً.

ويتضح من الخريطة الكنتورية التالية رقم (٨٠) شكل توضيحى بين كيفية هجرة النهر لمجراه من خلال تطور الثنيات النهرية مع العديد من الملامح المورفولوجية المرتبطة بذلك إلى جانب إبراز سلسلة من المدرجات النهرية.



شكل رقم (٨٠) هجرة النهر لمجراه وتكوين المدرجات النهرية

ويمكننا بسهولة أن نلاحظ فيها ما يلى :-

١- أن النهر يعيش مرحلة الشيخوخة بكل مظاهرها وملامحها المورفولوجية المميزة، حيث يبتعد خط كنتور ٥٠٠ متر عن مجرى النهر الرئيسى باستثناء الجوانب الخارجية للثنيتين الرئيسيتين بالمجرى.

٢- وضوح علامات الثنية Meander Scars ووجود بحيرات مقتطعة من أحد روافد النهر الذى يلتقى به من جانبه الغربى عند خط كنتور ٤٠٠ متر والذى يتضح منه جريان النهر من الشمال إلى الجنوب.

٣- ظهور سلسلة من المدرجات النهرية التى تدل على مراحل سابقة تكونت فيها سهول فيضية قديمة، تظهر هذه المدرجات أكثر اتصالاً فى الجانب الشرقى عنها فى الجانب الغربى وذلك لعدم وجود روافد تقطعها فى هذا الجانب (حدد مناسيب هذه المدرجات من الخريطة وحدد عددها من الإشارة إلى كيفية تكونها).

الثنيات المتعمقة Incised Meanders

تختلف هذه الثنيات من حيث النشأة والخصائص المورفولوجية من تلك الثنيات أو المنعطفات التى يكونها النهر فى مرحلة الشيخوخة، فهى عادة ما تظهر فى قطاعات من الأودية الشابة التى تحاط بحافات تواجه القناة المائية بانحدارات شديدة، وتبدو هذه الحافات ظاهرة على جانبى الثنية المتعمقة الخارجى والداخلى على عكس الحال مع الثنيات الفيضية.

وتعد هذه الثنيات المتعمقة ملمحاً هاماً من الملامح المميزة لإعادة الشباب rejuvenation لبعض قطاعات الأنهار والتى تنتج عن حركات رفع تكتونية مما يؤدى إلى زيادة النحت الرأسى فى القناة المائية المنحنية محولاً تلك الثنيات أو الانحناءات bends إلى ثنيات متعمقة تتميز كما ذكر بجوانبها شديدة الانحدار مرتفعة المنسوب.

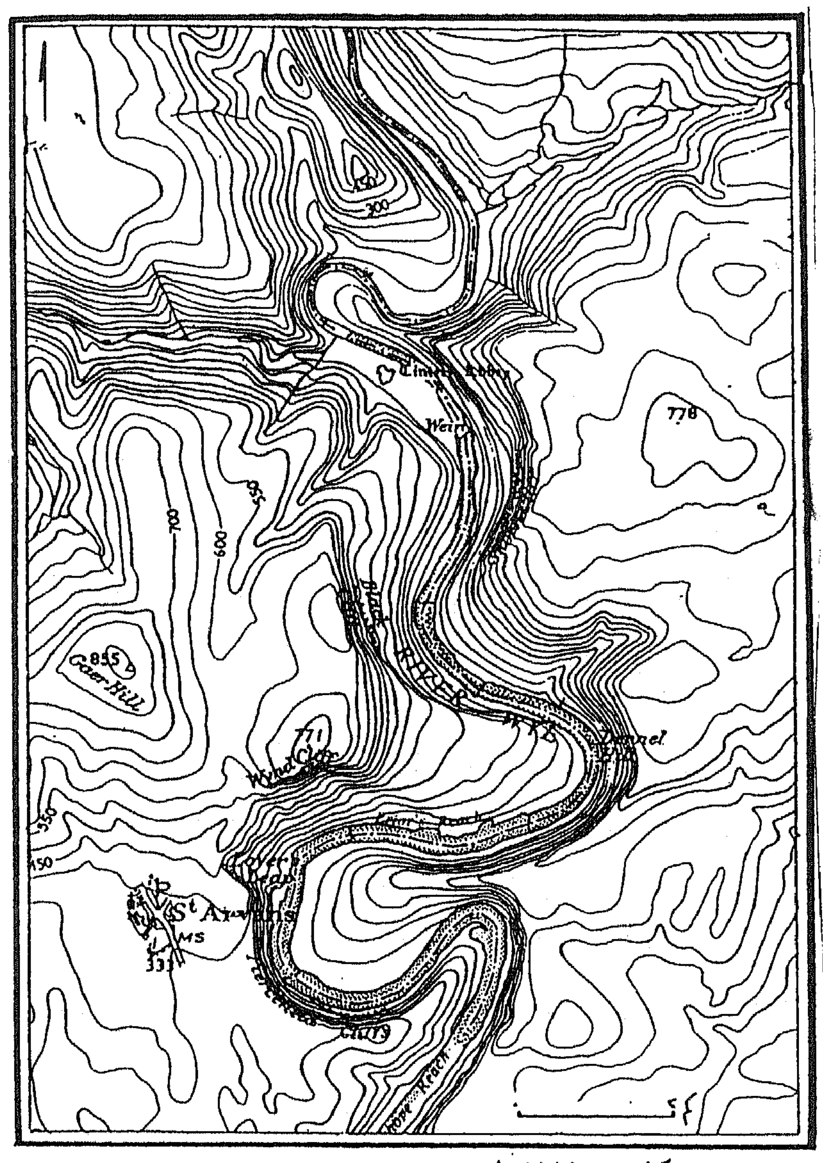
أ- وتظهر الخريطة التالية رقم (٨١) عدداً من الثنيات المتعمقة فى قطاع من نهر «واى» Wye شمال سانت أرفانس بانجلترا، حيث يصب هذا النهر فى خليج سيفرن والخريطة بمقياس رسم ١ : ٦٣٣٦٠ وفاصل كنتورى قدره ٥٠ قدما (١٥ متر).

يمكننا أن نلاحظ منها ما يلى:-

١- مظاهر الشباب الواضحة على طول مجرى القناة المائية متمثلة فى:-

- عدم وجود سهل فيضى يذكر.

- إحاطة النهر بحافات شديدة الانحدار على كلا جانبيه.

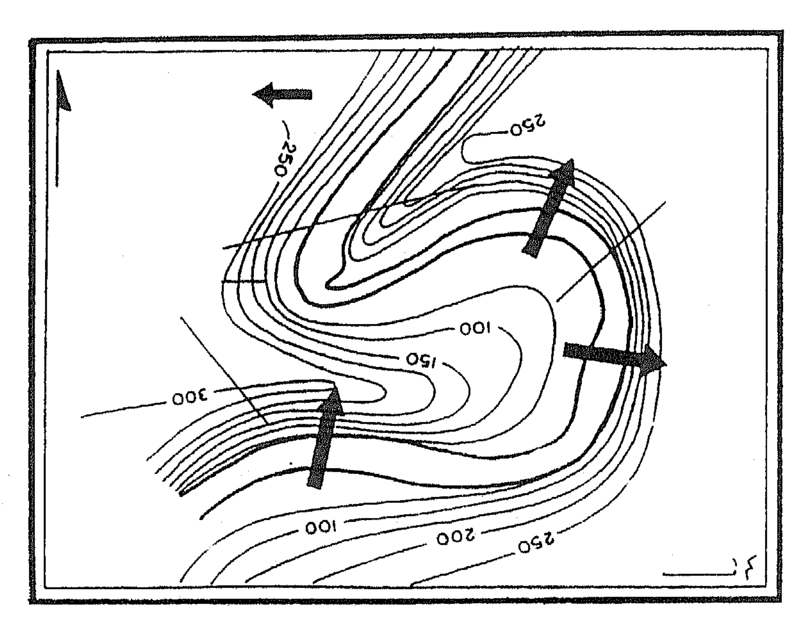


شكل رقم (٨١) الثنيات بقطاع فى نهر واى بانجلترا

- تحيط بالثنيات المتعمقة حافات بارتفاعات تصل إلى ١٨٠ قدما (٦٠ متراً) فوق مستوى النهر على كلا الجانبين الداخلى والخارجى للثنية.

- ظهور النتوءات أو البروزات spurs داخل الثنيات بانحدارات شديدة، وإن كان أقل ارتفاعاً وأقل انحدارًا من الحافات المطلة على الجوانب الخارجية للثنيات.

ب - يتبين من الشكل رقم (٨٢) نتوءاً صخرياً داخل إحدى الثنيات المتعمقة يمكن أن نلاحظ منه ما يلى



شكل رقم (٨٢) نتوء داخل إحدى الثنيات النهرية

١ - انحدار شديد على الجانب الخارجى للثنية المتعمقة حيث يكاد يخط كنتور ١٠٠ متر أن يلاصق مجرى النهر من جانبه الخارجى، ويبلغ ارتفاع الحافة المطلة على النهر فى هذا الجانب ٢٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر.

٢ - يظهر داخل الثنية المتعمقة نتوء ذو انحدار هين نسبيا.

٣ - يظهر أثر التقويض السفلى فى اشتداد الانحدار على جانب النهرى بعض المواضع.

٤ - يشير السهم بالخريطة إلى اتجاهات هجرة النهر لمجراه.

مناطق تقسيم المياه Water dirides والظاهرات المرتبطة بها:

هى ببساطة عبارة عن المناطق المرتفعة التى تنصرف على جوانبها المياه، وتظهر عادة كمنطقة طولية مرتفعة (حافة طولية) تنحدر الأنهار على كلا جانبيها، ويمثل خط تقسيم المياه الخط الوهمى الذى يصل بين الذرى المرتفعة وعلى طول امتداد منطقة تقسيم المياه.

ومن المعروف أن أنظمة التصريف المائى تزداد طولاً بشكل مضطرد على جانبى منطقة تقسيم المياه بطريقة النحت الصاعد head ward erosion تساعدها التجوية والانهيارات الأرضية، ومن ثم يكون إطالتها رهناً بتراجع الحافات فى منطقة تقسيم المياه فيما يعرف بالتراجع الصاعد باتجاه المنبع.

وعادة ما يسهل مد خط على الخريطة يصل بين ما تبقى من عمليات التعرية من قمم تعلو الحافة يعرف بخط التقسيم الأولى initial weter divide line أو الأصلى، وعلى ضوء ذلك يمكن حساب مقدار التراجع الذى تم على طول المنابع العليا لنظم التصريف النهرى، وعند إنشاء خط تقسيم حالى (فعلى) للمنطقة فإنه بالطبع سيحصر مناطق بينه وبين خط التقسيم المعمم السابق، يساعد تحديدها على تفهم العديد من التغيرات المورفولوجية بالمنطقة، مثل تحديد مناطق حدوث الأسر النهرى river capture وما يرتبط به من ظاهرات وعلامات تدل على حدوثه مثل كوع الأسر Capture misfit river وفجوة الريح Wibd gap والنهر الضامر misfit river وغير ذلك من علامات.

ولا بد من تدعيم ذلك من خلال الدراسة الحقلية، وذلك لأنه من الصعوبة بمكان تحديدها من الخرائط خاصة عندما تكون ذات مقياس رسم صغير.

ومن مناطق تقسيم المياه التى يمكن تتبع الظاهرات والعلامات السابقة عليها بوضوح منطقة تقسيم المياه الممتدة على طول سلاسل جبال البحر الأحمر فى مصر التى تفصل بين نظم التصريف المائى الغورى المتجهة نحو البحر الأحمر شرقاً ونظم الأودية التى تتجه نحو وادى النيل فى الغرب، حيث يمكن عمل خط تقسيم مياه مبسط لما كان قائماً فى الماضى قبل عمليات النحت الصاعد وإطالة الأودية لمجاريها على حساب تراجع الحافات وخط تقسيم المياه الحالى الذى يمتد فيما بين النظامين الغورى والمتوسطى، ومن الطبيعى أن ننتظر حدوث عمليات أسر نهرى لصالح الأودية المتجهة نحو البحر الأحمر لما تتميز به من خصائص شبابية، وهذا ما يمكن تتبعه فى مناطق عديدة متشابهة نلخص مما سبق أنه كلما كانت عمليات التراجع سريعة ونشطة على جانبى منطقة تقسيم المياه أو على أحد الجانبين ينعكس ذلك على شدة تقطع وتناثر بقايا خط تقسيم المياه الأصلى، ويكون محاولة رسمه على الخريطة محاولة

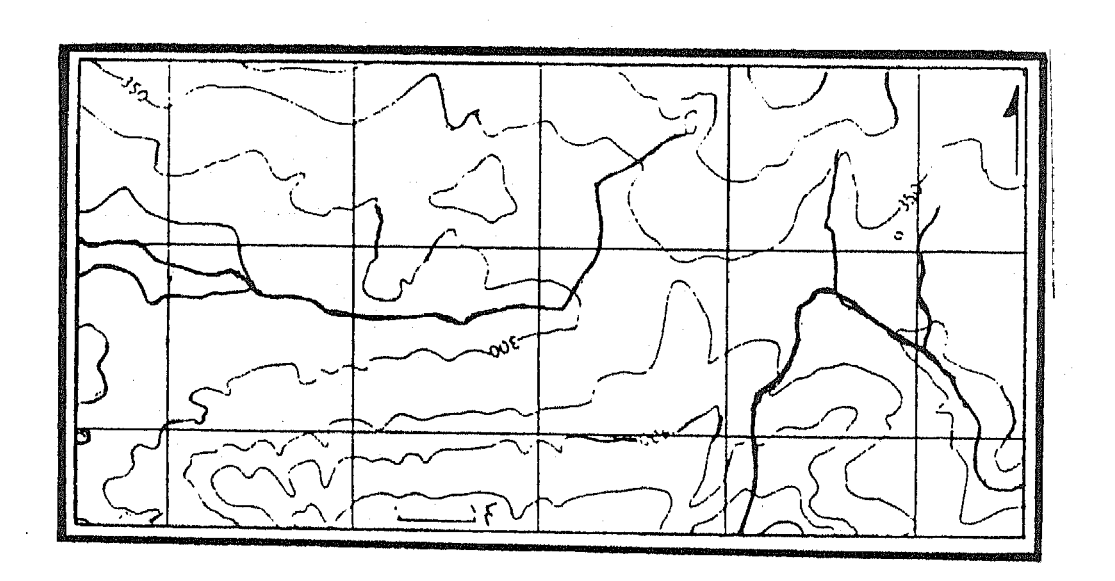
١ – محمود دياب راضى، الخرائط الطبيعية، القاهرة، ١٩٩٤، ص ٣٨.

تقريبية بشكل كبير، بينما نجد العكس فى حالة استمرارية الارتفاع المتماثل على طول قمة الحافة (منطقة تقسيم المياه) حيث يدل ذلك على قلة نشاط عمليات النحت التراجعى (الصاعد) وضعف عمليات الأسر النهرى، وقد يكون ذلك راجعا إلى عدم تعرض المنطقة لحركات تكتونية من تصدع وغير ذلك.

وفى هذه الحالة يمكننا بسهولة مد خط التقسيم الأصلى المبسط الذى سوف يتطابق إلى حد كبير مع خط التقسيم الفعلى.

وفى كل الحالات يجب التأكد من أن الأجزاء المرتفعة تمثل بقايا حقيقية لخط التقسيم السابق وليست نتاج عمليات تكتونية تالية أو نتاج طفوح بازلتيه حديثة ،ذلك بالطبع من تحليل الخريطة الجيولوجية والتركيبية للمنطقة أو من خلال الدراسة الحقلية [1].

أ- بالنظر إلى الخريطة رقم (٨٣) نجد حافة تفصل بين واديين رئيسيين يتجهان نحو الشمال وتتبع روافدهما من جانبى تلك الحافة فى اتجاهين متضادين نحو الغرب ونحو الشرق، وهى بذلك تعد منطقة تقسيم مياه محلية.



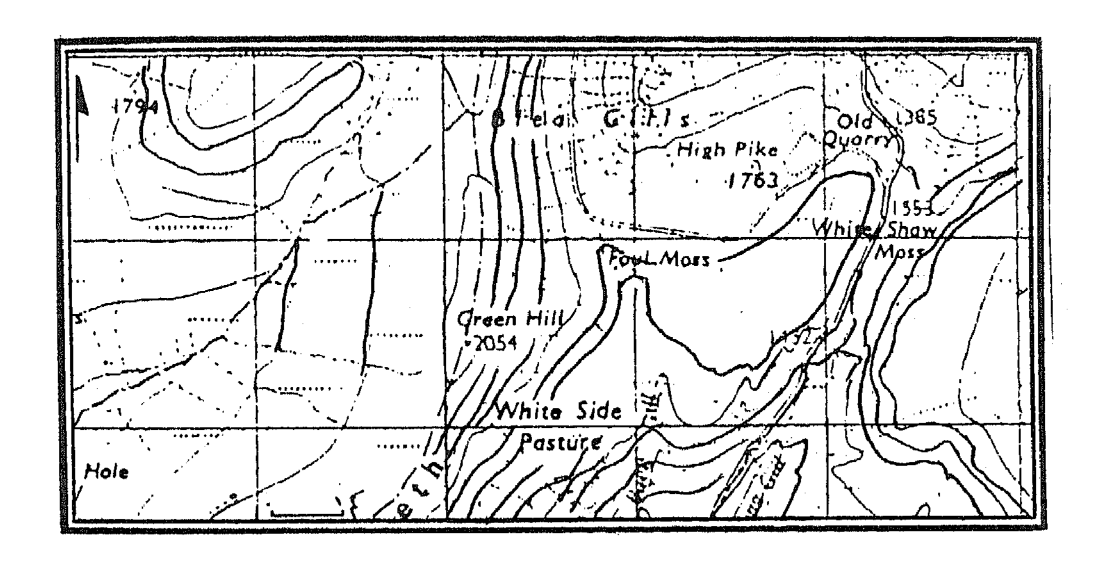
شكل رقم (٨٣) منطقة تقسيم مياه فى جزء من حافة تفصل بين واديين

١- المرجع السابق، ص ٣٩.

١- يلاحظ من الخريطة السابقة انغلاق خط كنتور ١٧٠٠ أعلى الحافة فى قمة طولية عريضة نسبيا كانت فى الماضى أكثر طولا وامتداداً نحو الشمال، وهى من بقايا خط تقسيم المياه الأولى.

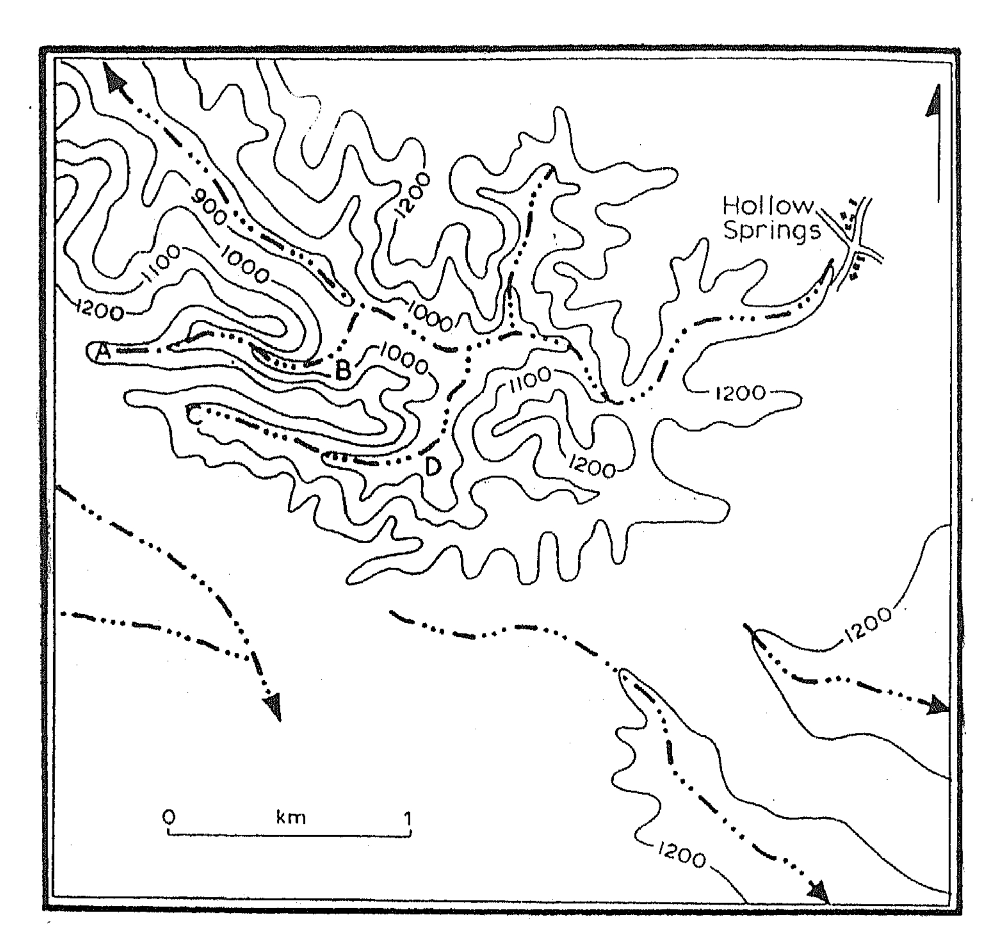
٢- يلاحظ أن الروافد على الجانبين تكاد تتراجع بنفس معدل تراجعها فى الماضى وذلك لظروف البيئة الرطبة وصغر مساحة منطقة تقسيم المياه.

ب- يمكن الرجوع إلى الشكل بالخريطة رقم (٨٤) الذى يبين منطقة تقسيم مياه محدودة تفصل بين الأنهار المتجهة شرقا عن تلك التى تتجه نحو الشمال ونحو الجنوب، (يمكنك عمل خط تقسيم مياه بسمك واضح فوق منطقة تقسيم المياه الرئيسية وفوق منطقة التقسيم الثانوية فى منطقة فول موسى).



شكل رقم (٨٤) منطقة تقسيم مياه محدودة

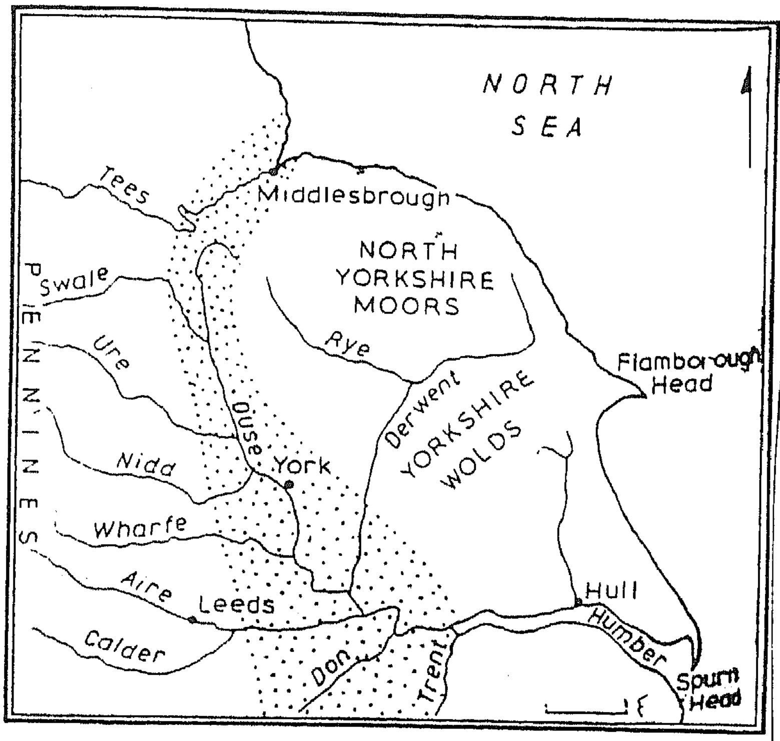
جـ- يتضح من الشكل بالخريطة رقم (٨٥) أكواع الأسر النهرى قرب هولوسبرنج بولاية تنسى الأمريكية يلاحظ منها أن الوادى أ- ب والوادى D-C يتجهان عكس اتجاه النهر الأسر.



شكل رقم (٨٥) أكواع الأسر النهرى قرب هو لسبرنج بولاية تنسى الأمريكية

د- يتضح من الشكل رقم (٨٦) أسر نهرى فى منطقة يوركشير، حيث أسر نهر أووز Ouse روافده على طول كشف طبقات ترياسية لينة مع امتداد أنهار أور ونيد ودورف وإيرو كالدير كأنهار تابعة Consequent-rivers فى أجزائها العليا ومعنى ذلك أن اتجاه جريانها يتمشى مع ميل الطبقات شرقاً على هذا الجانب من محدب «بنين» وكان يمكنها الاتجاه مباشرة نحو البحر ولكن الذى حدث أن نهر أووز Ouse قد نحت مجراه تصاعديا فى صخور

أقل مقاومة أسراً أنهار نيد أور وسويل وهو نهر تالي Supsequent يمتد فى موازاة مضرب الطبقات Strike line.



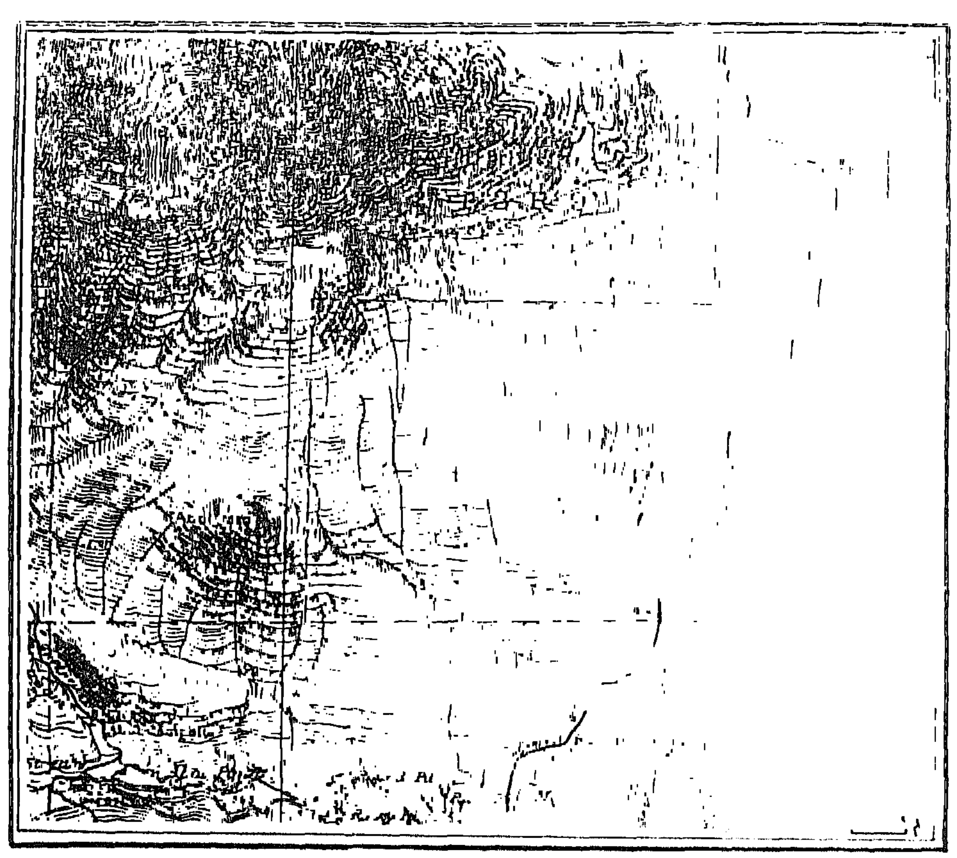
شكل رقم (٨٦) أسر نهرى فى منطقة يوركشير

تراجع خطوط الكنتور باتجاه المنبع ودلالاتها الجيومورفولوجية

يدل تراجع خطوط الكنتور على طول مجرى الوادى باتجاه المنبع على معدلات تعميق المجرى المائى لواديه، فكلما ازدادت معدلات تعميقه لواديه ازدادت تعرجات خطوط الكنتور داخل حوض النهر نتيجة لتراجعها الواضح باتجاه أعالى الأودية، ويحدث العكس عندما يكون النهر فى مراحل نشأته الأولى، حيث تظهر خطوط الكنتور أكثر استقامة أو أقل تعرجاً.

وبمقارنة الخريطتين التاليتين يمكننا بوضوح تفهم الدلالات والملامح الجيومورفولوجية المرتبطة بتراجع خطوط الكنتور.

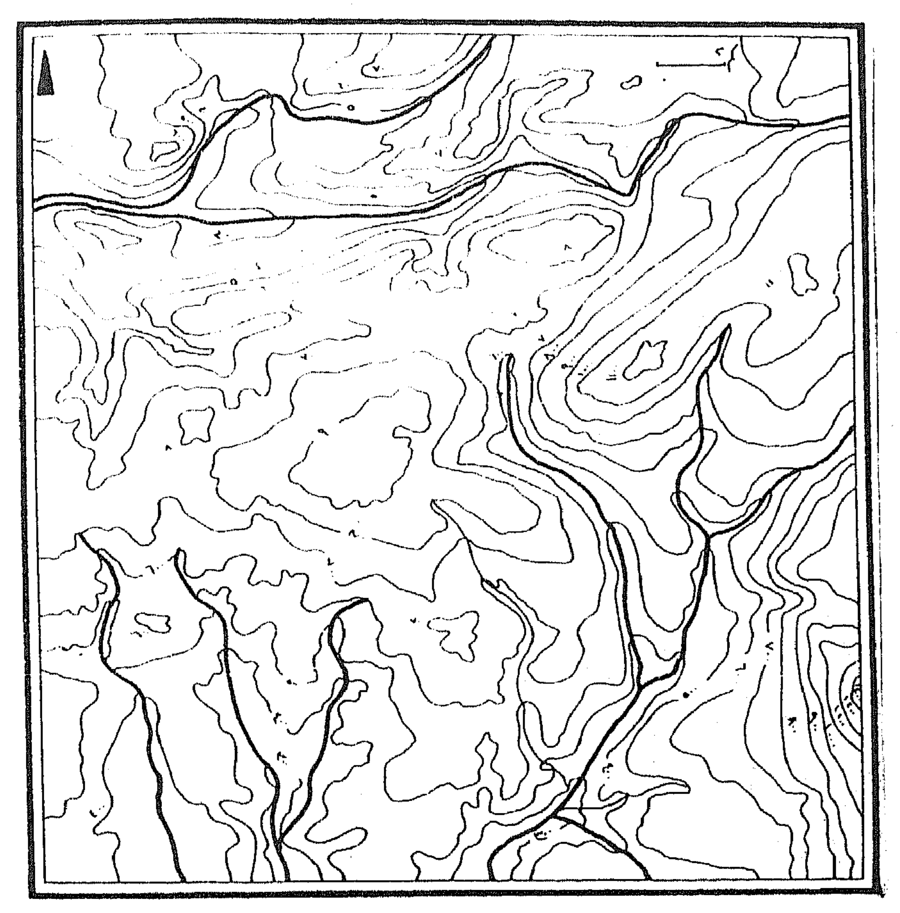
أ- تبين الخريطة التالية (٨٧) منطقة تصريف مائى فى مرحلة متقدمة من مراحل التعرية النهرية، يقل بها تعرج خطوط الكنتور رغم تعدد الأودية بها.



شكل رقم (٨٧) منطقة تصريف مائى فى مرحلة متقدمة
من مراحل التعرية النهرية وسط ولاية مين الأمريكية

وهذه المنطقة من المناطق التى تعرضت للتعرية الجليدية فى شمال وسط ولاية «مين» Maine الأمريكية حيث تظهر بها العديد من الظاهرات المتبقية من التعرية الجليدية والتى سيتم دراستها فى الفصل السابع من هذا الكتاب مثل الحبلات والأودية العلقة وغيرها.

ب- توضح الخريطة التالية رقم (٨٨) أثر تعميق الأودية لمجاريها على تراجع خطوط الكنتور نحو منابعها، حيث تتميز بشدة تعرج خطوط الكنتور داخل حوض الوادى مما يؤكد أن روافده قد قطعت شوطاً كبيراً فى تطور سطح الأرض من خلال تعميقها لمجاريها وإطالتها بواسطة عمليات النحت الصاعد



شكل رقم (٨٨) أثر تعميق الأودية لمجاريها على تراجع خطوط الكنتور نحو المنبع

أنماط التصريف المائي من الخريطة الكنتورية

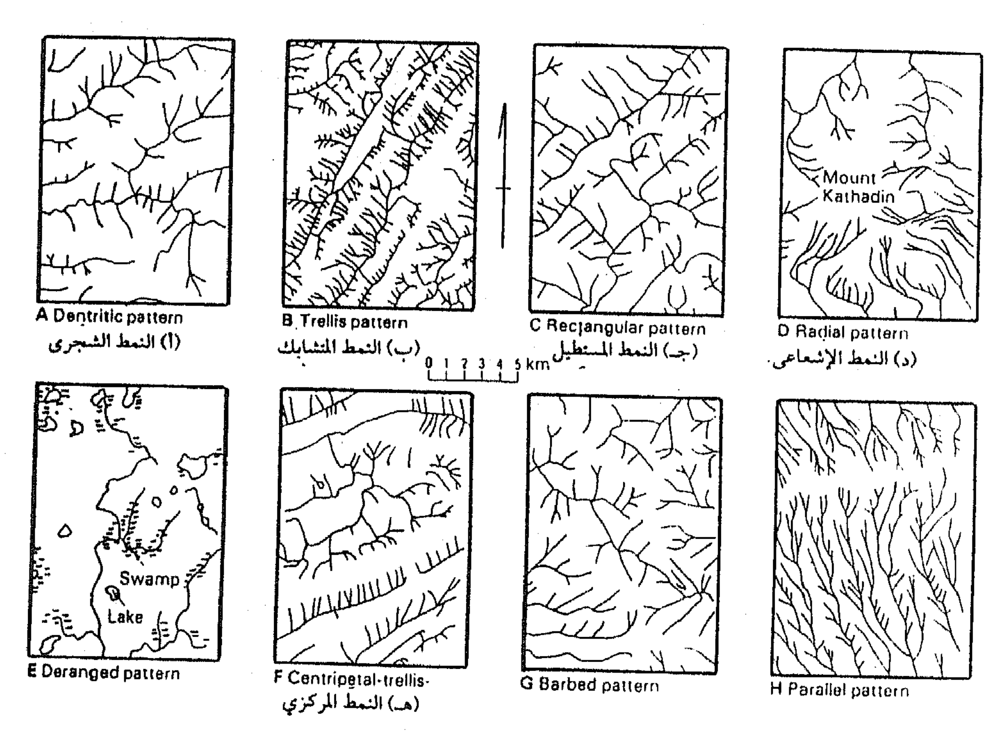
توجد أنماط جيومورفولوجية لأنظمة التصريف المائي تبعاً لارتباطها الوثيق بالتراكيب الجيولوجية للصخور التي تجرى فوقها، حيث تتحكم التراكيب وانحدار سطح الأرض فى تحديد نمط التصريف المائي الذى يعكس بدوره وبشكل واضح التراكيب الموجودة بحوض النهر خاصة إذا لم يحدث تجديد تكتونى للمنطقة بعد تكون شبكة التصريف المائى أو إذا لم يكن بعض قطاعات الأنهار قد تعرضت للتعميق والانطباع فوق الصخور التحتية.

والمقصود بنمط التصريف المائى الشكل العام الذى تأخذه الروافد ذات الرتب المختلفة عندما تلتقى ببعضها داخل حوض النهر أو فوق أى سفح Slope له درجة انحدار ما، وعادة ما يحدث تفاوت ما فى تصنيف أنماط التصريف المائى بسبب اختلاف مقياس رسم الخريطة، فإذا

كان مقياس الرسم صغيرا فإن التصنيف يمكن أن يكون تصنيفاً عاماً لا يعطى صورة واقعية، وعادة ما تكون الصور الجوية ذات مقاييس الرسم الكبيرة أكثر دقة بكثير فى إبراز أنماط التصريف المائى من الخريطة الكنتورية، ولكن مع ذلك فإنه يمكن استخدام الخريطة الكنتورية كبيرة المقياس والتى اعتمد فى رسمها على الصور الجوية وذلك فى استخراج عدد من أنماط التصريف المائى الرئيسية. والتى يمكن إيجاز خصائصها فيما يلى:-

أ- النمط الشجرى Dendritic Pattern :-

يتميز بالتفرع غير المنتظم للرتب النهرية داخل الحوض فى اتجاهات مختلفة، وهى أكثر الأنماط انتشاراً، وقد تلتقى الرتب لبعضها فى زوايا مختلفة، وعادة ما يرتبط هذا النمط بالصخور الرسوبية المتطابقة أفقيا، وكثيرا ما يرتبط بصخور نارية أو متحولة تتميز بالتجانس كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٨٩) .



شكل رقم (٨٩) أنماط التصريف المائى الرئيسية

*- قد لا تظهر التعاريج فى خطوط الكنتور بسبب صغر مقياس رسم الخريطة.

ب- النمط المتشابك أو الشعرى Trellis Pattern :-

تظهر فيه الرتب النهرية فى وضع متوازى أو قريب من المتوازى تلتقى بها روافد أصغر من زوايا التقاء شبه قائمة، وعادة ما تكون الروافد الرئيسية أودية تالية تتمشى مع مناطق الصخور الضعيفة تلتقى بها روافد عكسية absequent- tributaries (شكل رقم ٨٩ ب).

جـ- النمط المستطيل (المتعامد) Rectangular Pattevn :-

تظهر فيه الأودية الرئيسية وروافدها ملتقية مع بعضها فى زوايا قائمة وكذلك تنحنى على طول مجاريها بزوايا قائمة أيضا ، وعادة ما تنطبق مع تقاطعات الفوالق والمفاصل الصخرية Joints وهى من الأنواع التالية التى تتحكم فيها التراكيب الصخرية كما يتضح ذلك من الشكل رقم (٨٩جـ).

ويتمثل الاختلاف الرئيسى بين هذا النمط والنمط المتشابك فى أن مجارى المياه فى النمط المتشابك لها انحناءات ذات زوايا قائمة على طول جريانها.

د- النمط الحلقى Annular Pattern :-

يظهر ذلك النمط من أنماط التصريف المائى فوق القباب المنحوته من القلب أو فى مناطق الأحواض Basins ، حيث تظهر طبقات تختلف فى درجة مقاومتها لعمليات التعرية ويبدو فى شكل حلقات، تمتد المجارى الرئيسية على طول امتداد الطبقات الضعيفة ونظرا لاختلاف أنواع المجارى من تالية وتابعة وعكسية فليس شرطاً أن تكون امتداداتها كاملة الحلقية.

هـ- النمط الإشعاعى Redial Pattern :-

تنحدر فيه مجموعة من الأنهار من نقطة مركزية فى اتجاهات مختلفة، وعادة ما يظهر هذا النمط من أنماط التصريف المائى فى المناطق التى تعرضت لحركات رفع تكتونية حديثة مثلما الحال فى المثلث الجنوبى لشبه جزيرة سيناء والذى يبدو كصهر نارى مرتفع تتعدد فوقه القمم الجبلية المدببة شديدة الارتفاع تقترب من بعضها لتعطى مظهراً شديد التضرس والارتفاع وتنحدر فوقه مجموعات من الأودية المتجهة نحو خليج السويس غربا مثل وادى فيرن ونحو

خليج العقبة شرقا مثل وادى وهب ووادى «وتير» وغيرها ونحو الشمال مثل روافد وادى العريش.

كذلك يظهر النمط الإشعاعى فوق جبل العوينات إلى الجنوب الغربى من مصر وفوق قباب سيناء الشمالية.

ومن مناطق النمط الإشعاعى كذلك تلك المناطق التى تكثر بها المخاريط البركانية Cones Volcanic حيث تنحدر على جوانبها أودية تابعة تتمشى مع الانحدار العام لجوانب هذه المخاريط (يراجع بالتفصيل ما ذكر بالفصل الثالث من هذا الكتاب).

وشكل رقم (٨٩ د).

و- النمط المركزى Centripetal Parttern

يظهر هذا النمط عندما يتجه عدد من المجارى المائية (أنظمة التصريف المائى) من اتجاهات متعددة نحو أخفض منطقة داخل حوض طوبوغرافى أو منخفض بنيوى (شكل رقم ٨٩ هـ) الذى يبين نمط التصريف المشبك المركزى.



الفصل السادس

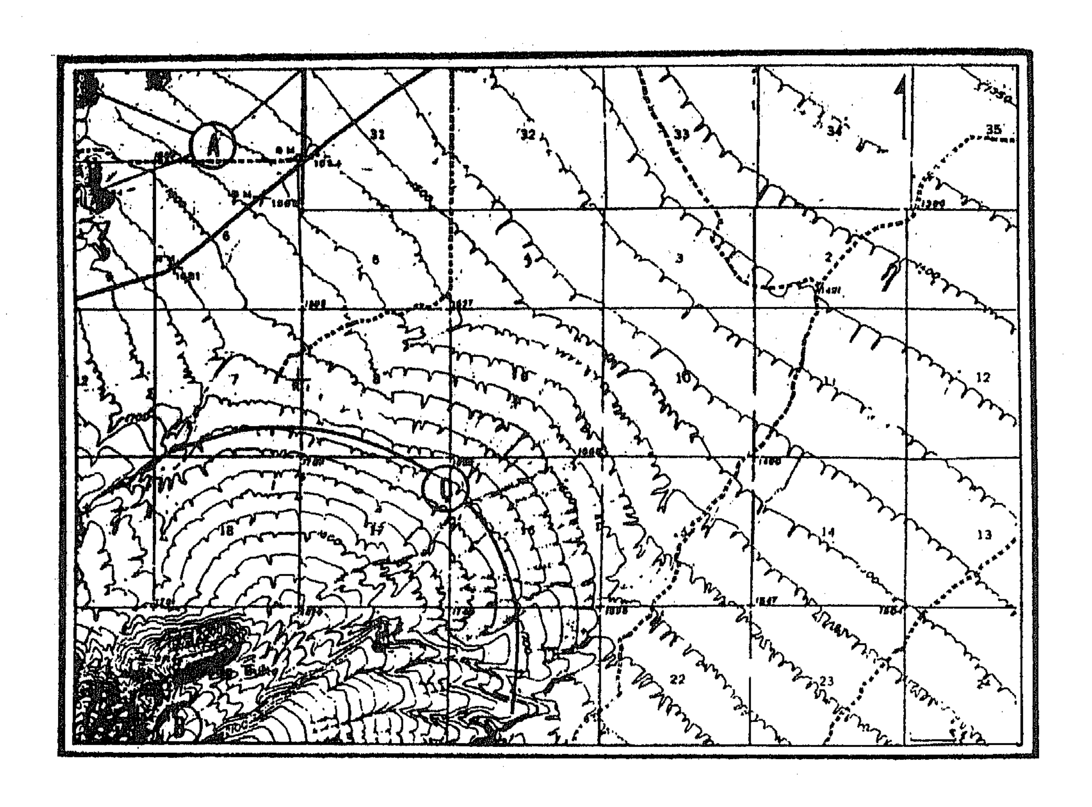
أشكال سطح الأرض بالمناطق الجافة
من الخريطة الكنتورية

مقدمة:

تتعدد الأشكال والملامح المورفولوجية بالمناطق الجافة تبعا لظروف البيئة الطبيعية السائدة وتبعا لتعدد العمليات المورفولوجية السائدة من تجوية وانهيارات أرضية، وعمليات هوائية وتعرية سيلية ومياه جوفية، وغير ذلك إلى جانب ما لعبته العوامل التكتونية من وضع صور أرضية أولية تغيرت أشكالها بعد ذلك بفعل العمليات الخارجية.

ويعد تراجع السفوح الجبلية على طول خط متواز مع الجبهة الأصلية من أكثر الملامح انتشارا وارتباطا بدورة التعرية الصحراوية وهى ما تعرف بالتراجع المتوازى للحافات.

ويمكننا من قراءة وتحليل الخرائط الكنتورية التالية أخذ فكرة شاملة عن أهم الأشكال والملامح بالمناطق الجافة بما فيها الظاهرات المرتبطة بالتعرية الكارستية.



شكل رقم (٩٠) جزء من كتلة صدعية تعيش مرحلة الشيخوخة

أ- تظهر الخريطة التالية رقم (٩٠) جزءً من كتلة صدعية Fault Block تعيش مرحلة الشيخوخة يلاحظ من امتداد سفوحها الشرقية وجود تغير حاد فى معدلات انحدارها من انحدار شديد إلى انحدار هين علما بأنها توجد فى منطقة جافة.

نلاحظ منها ما يلى:-

١ - ظهور عدد من جزر جبلية معزولة، كما يظهر ذلك فى الركن الشمالى الغربى من الخريطة.

٢- ظهور مروحة فيضية Alluvial Fan تحدد بخط مقوس سميك ينطبق على خط كنتور ١٧٠٠ قدم يتوسط قاعدتها حرف C ويبدأ انحدارها الشديد من النقطة B .

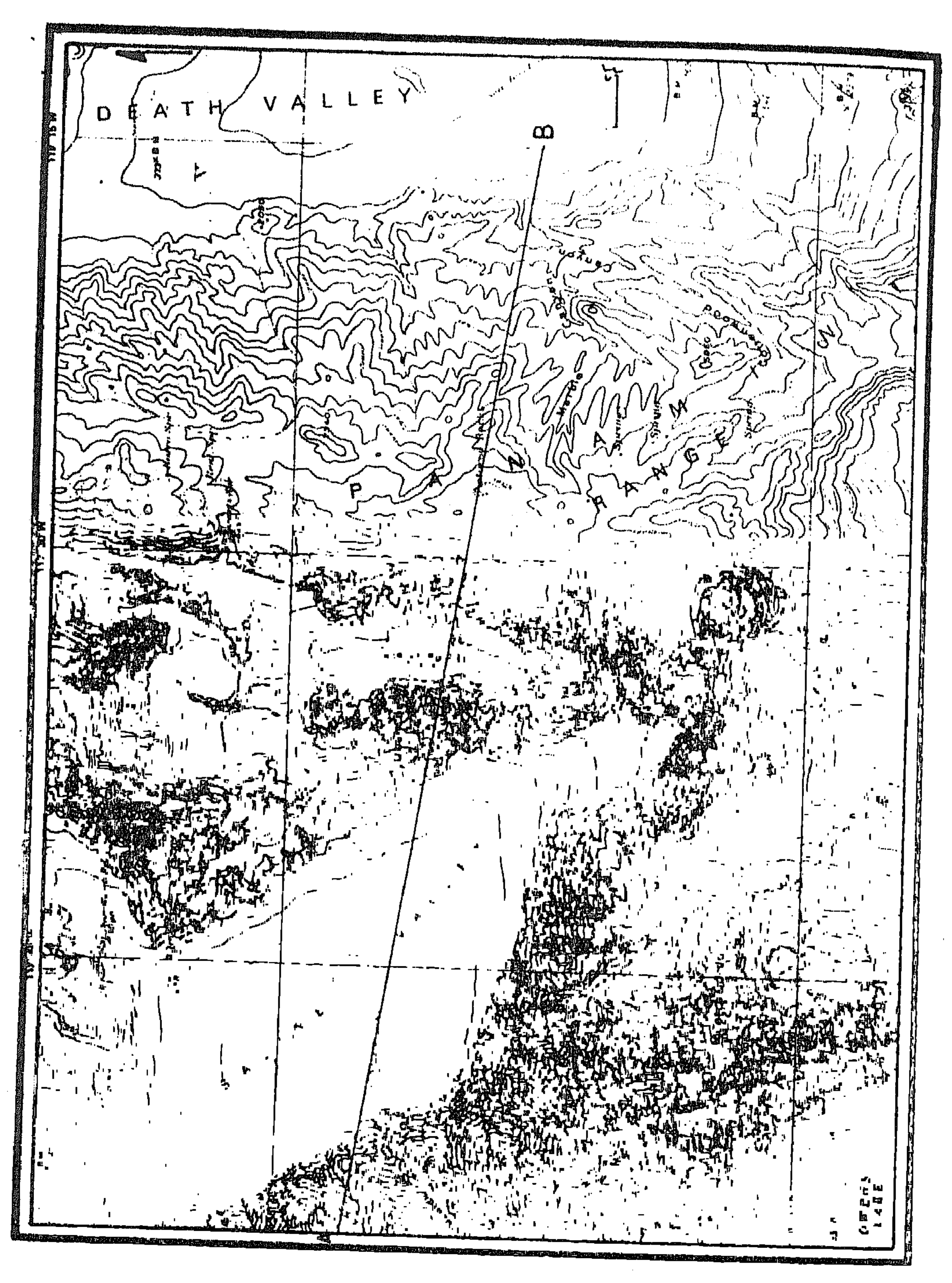
٣- يلاحظ التباعد المنتظم فى المسافات بين خطوط الكنتور بالاتجاه نحو الشمال الشرقى، حيث تبدأ المسافات فى الاتساع بداية من خط كنتور ١٥٠٠ قدم حتى خط كنتور ١٣٥٠.

ب- تبين الخريطة التالية رقم (٩١) السلاسل المرتفعة Ranges والأحواض Basins فى الإقليم الجاف بمنطقة «دث فالى» «وسالين فالى» بولاية كاليفورنيا الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠ (١سم: ٢/١ ٢سم).

يلاحظ منها ما يلى:-

١ - اختفاء الأنهار تماما من الخريطة، مع وجود أودية قد تجرى خلالها أنهار مؤقتة عقب سقوط المطر مثل تلك الأودية المتجهة نحو «دث فالى» شرق الخريطة.

٢- يدل اختفاء الأنهار المؤقتة فى الرواسب الفيضية عند مصباتها بالمناطق المنخفضة، وكذلك وجود بحيرة ملحية فى «وادى سالين» Saline Valley على ظروف الجفاف التى تسود المنطقة.



شكل رقم (٩١) السلاسل والأحواض فى منطقة «دث فالى» بولاية كاليفورنيا

٣- امتداد الحافات والأحواض فى هذه المنطقة يرجع أساسا إلى حدوث تصدع كتلى Black Foulting كما يظهره الشكل المجسم (٩٢) وقد أدت عمليات الرفع والهبوط التى تعرضت لها المنطقة إلى وجود سلاسل من الحافات تمثل الظهور المرتفعة Uplift Horsts والمنخفضات المعزولة Isolated Depressions على مناسيب مختلفة



شكل رقم (٩٢) رسم مجسم يوضح التصدع الكتلى

وقد أدت الأمطار العاصفة - غير المنتظمة - إلى تكون جريان سيلى عمل على نحت جدولى للجوانب الجبلية تحولت بدورها إلى خوانق Canyons وملامح تشبه الأودية Wadi Like Features بحيث يبدو المظهر العام كأراضى وعرة Badland تكثر بها الانحدارات الشديدة لسفوح الحافات باتجاه المناطق المنخفضة.

٤- وقد كان وجود أحواض مغلقة سببا فى انتشار نمط التصريف الداخلى Internal Drainage حيث تنحدر نحوها الأنهار المؤقتة فى نمط تصريف مركزى لتنهى أحيانا بمراوح فيضية بالاتجاه نحو مركز المنخفض، مثلما يظهر ذلك بوضوح على الجانبين الجنوبى والغربى لوادى سالين.

يلاحظ انتهاء الأنهار إلى قنوات ضحلة متعددة فوق أسطح المراوح الفيضية المكونة من رواسب خشنة سائبة تعمل على تشرب المياه خلالها بالإضافة إلى تعرضها للتبخر، وإن كان فى حالة سقوط أمطار غزيرة عاصفة يحدث جريان سطحى محدد نحو البحيرة المركزية داخل وادى

سالين، (الوادى المالح) سابق الذكر حاملة معها كميات كبيرة من المفتتات الصخرية الأنعم، وعندما تتبخر مياه البحيرة تتحول إلى سطح بلايا Playa- Surface يغطى بقشور ملحية Salt Crusts .

والخلاصة فى تفسير هذه الخريطة تتمثل فى أن المظهر التضاريسى بها – مثلما الحال مع غيرها من المناطق الشبيهة فى ظروفها الجافة– هو نتاج عمليات بنائية تعدلت بفعل التعرية النهرية، أما التعرية الهوائية فإن دورها يقتصر هنا على إبراز بعض الملامح المورفولوجية السطحية والدقيقة، ويمكننا هنا أن نميز من الخريطة ثلاثة أنماط تضاريسية محددة كالآتى:–

أ– أقاليم جبلية متقطعة بفعل النحت السيلى.

ب– أقاليم ذات انحدارات هينة مع أسطح متسعة ممتدة من أقدام الجبال حتى مركز المنخفضات.

جـ– أسطح مستوية استواءاً تاماً متمثل فى أسطح البلايا.

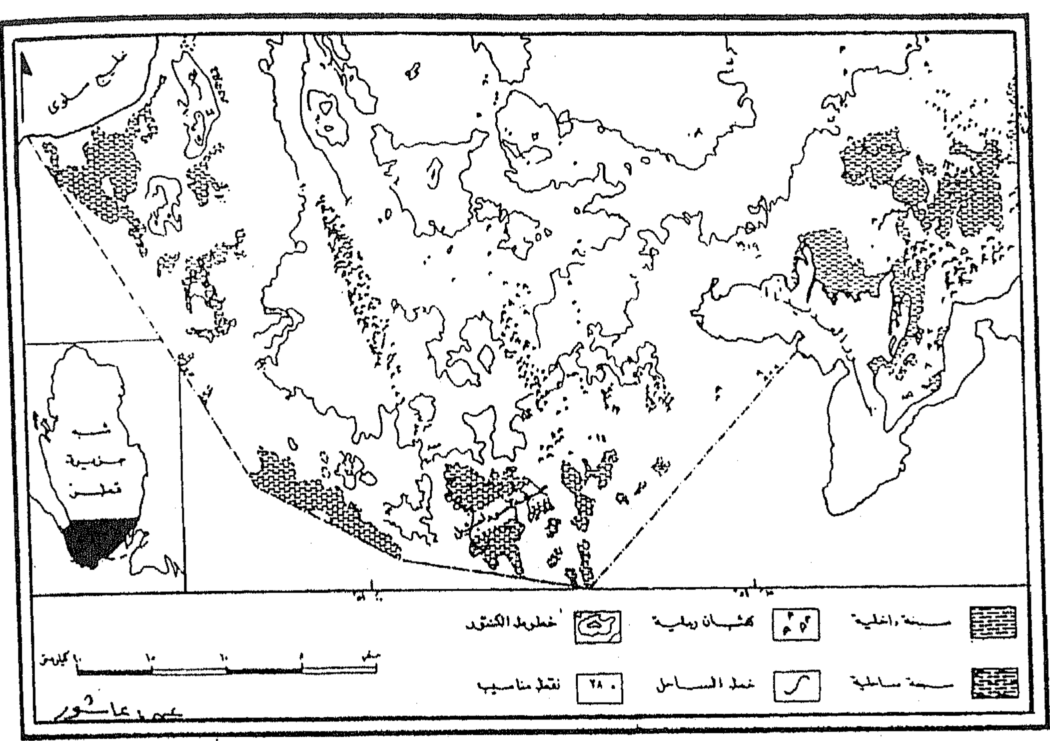
ويلاحظ من الخريطة وضوح وحدة الانتقال بين أ و ب من صخور أساس مكشوفة إلى إقليم ذا تكوينات صخرية مفككة.

وبطبيعة الحال فإن دورة التعرية بهذه المنطقة التى تظهرها الخريطة ستنتهى بتخفيض الحافات وتراكم المواد الناتجة عن النحت بالمناطق المنخفضة بحيث تتحول المنطقة ككل إلى سهول مغطاة برواسب مفككة تتناثر وسطها ظاهرات بارزة فى شكل تلال متبقية.

جـ– توضح الخريطة التالية رقم (٩٣) الجزء الجنوبى من شبه جزيرة قطر حيث تنتشر فوقه السبخات والكثبان الرملية Sand Dunes

يلاحظ منها ما يلى:–

١ – انخفاض السطح بشكل عام، لاحظ الاتجاه العام لانحدار السطح الذى كان يمثل فى مرحلة سابقة جزءاً من قاع الخليج العربى، انكشف بعد انخفاض منسوب مياه الخليج منذ حوالى ٣٠٠٠ سنة.



شكل رقم (٩٣) مجموعة السبخات الجنوبية بشبه جزيرة قطر

٢- كثرة السبخات الساحلية مثل سبخة جوب السلامة التى كانت تمثل خليجا بحريا مع وجود سبخات داخلية مثل سبخة سودا مثيل وغيرها.

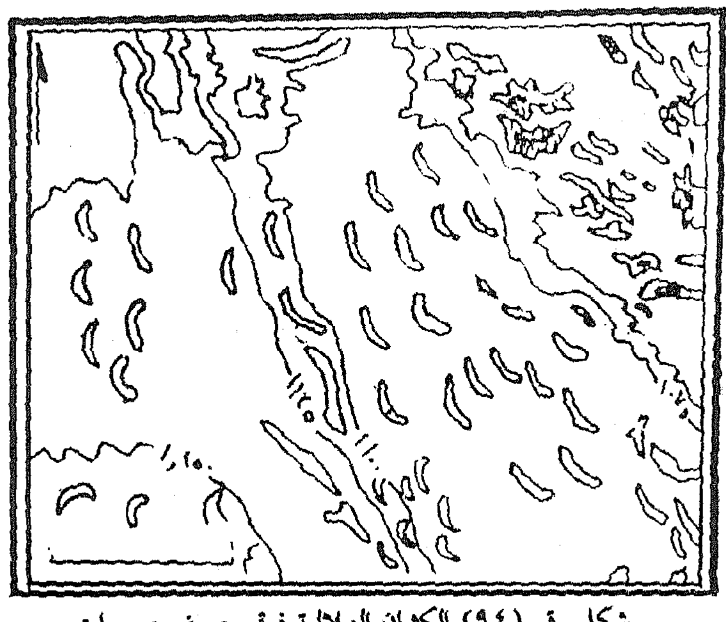
٣- يظهر إلى الشرق خور العديد وهو عبارة عن تغلغل بحرى غير منتظم الأبعاد.

٤- تظهر أعداد كبيرة من الكثبان الرملية هلالية الشكل، لاحظ اتجاه قرونها والمناطق التى تنتشر بها.

د- تبين الخريطة التالية رقم (٩٤) منطقة صحراوية شبه مستوية تنتشر فوق سطحها أعداد من الكثبان الرملية القريبة من الشكل الهلالى، يلاحظ منها ما يلى:-

١- انتشار أعداد من الكثبان الرملية الهلالية فوق مسطحات أرضية شبه مستوية فيما بين خطى كنتور ١٠٧٥، ١١٠٠ قدم وفيما بين خطى ١١٢٥، ١١٥٠ قدم.

٢- امتداد جوانب الصباب (الجوانب المقعرة شديدة الانحدار) فى منصرف الرياح السائدة.



شكل رقم (٩٤) الكثبان الهلالية فوق رصيف صحراوى

هـ- توضح الخريطة التالية رقم (٩٥) المنحدرات الجنوبية لسلسلة جبال سان جبريل جنوبى ولاية كاليفورنيا الأمريكية، تنحدر عليها مجموعة من الأنهار السيلية القصيرة شديدة الانحدار، مما أدى إلى تكوين مراوح فيضية ضخمة مكونة من مفتتات صخرية من الحصى والجلاميد التى أتت بها مياه فيضانات تلك الأنهار المتجهة نحو أقدام السفوح.

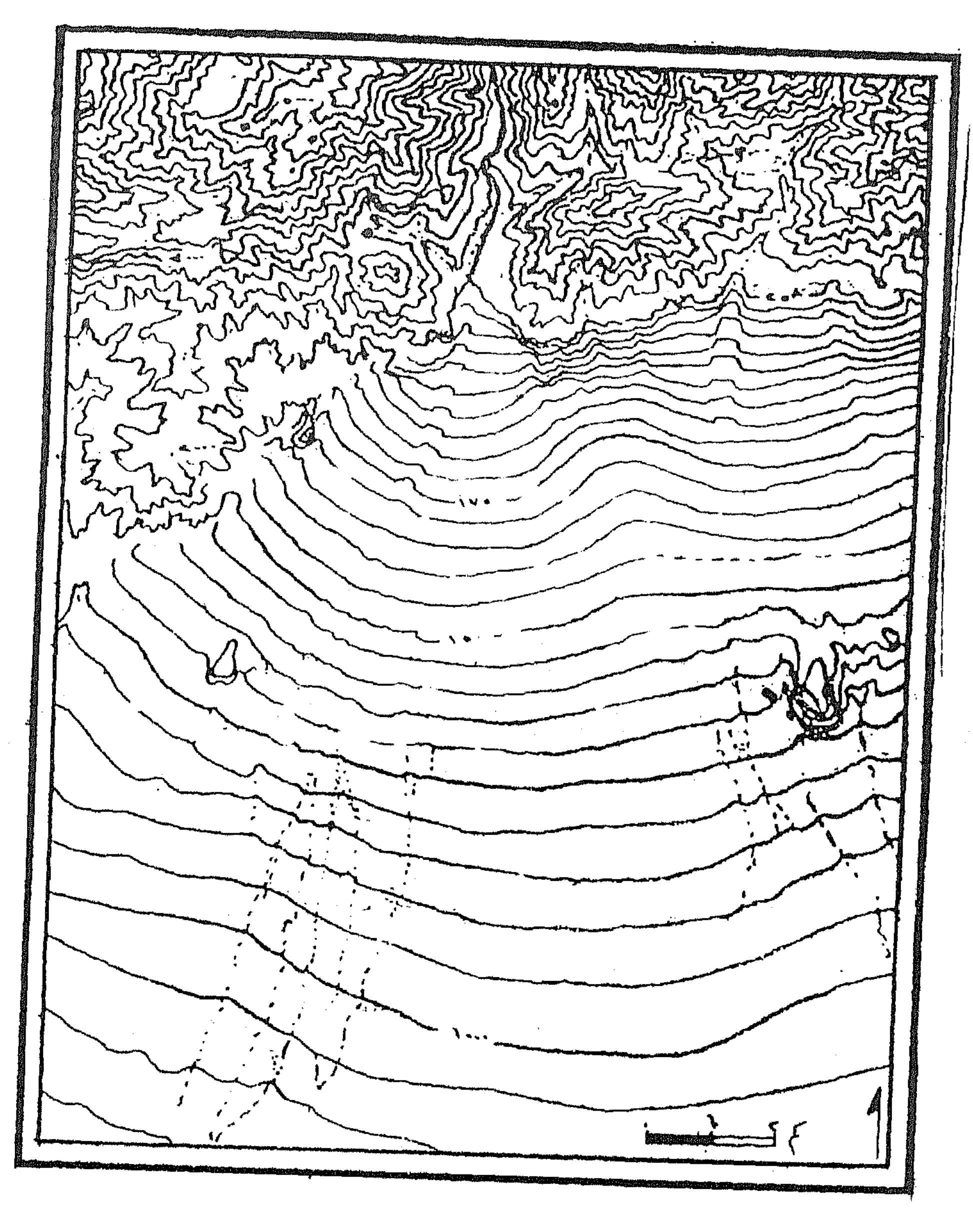
كذلك تكون سهل فيضى متسع نتيجة انتظام هذه المراوح جنبا إلى جنب.

ويمكن أن نلاحظ من الخريطة السابقة ما يلى:-

١- تغير الفاصل الكنتورى فى منطقة التقاء المراوح الفيضية وسفوح الجبل من ٥٠ قدم فى منطقة المراوح الفيضية إلى ٢٥٠ قدم فى النطاق الجبلى.

٢- يلاحظ وجود خانق عند قمة المروحة يعرف بخانق سان انطونيو مع اقتراب خطوط الكنتور عند قمة المروحة واتجاهها نحو المنبع (تراجعها نحو أعالى السفوح).

٣- تقوس خطوط الكنتور عند أقدام المروحة باتجاه الجنوب، أى أنها تتقدم نحو المجارى المائية وذلك لأن فروع النهر الجبلى تمثل أكثر المناطق تعرضاً للإرساب بسبب عدم استقرارها نتيجة ضحولتها، بجانب قلة تماسك جوانبها المكونة عادة من مفتتات خشنة.



شكل رقم (٩٥) المنحدرات الجنوبية لجبال سان جبريل حيث توجد مراوح فيضية

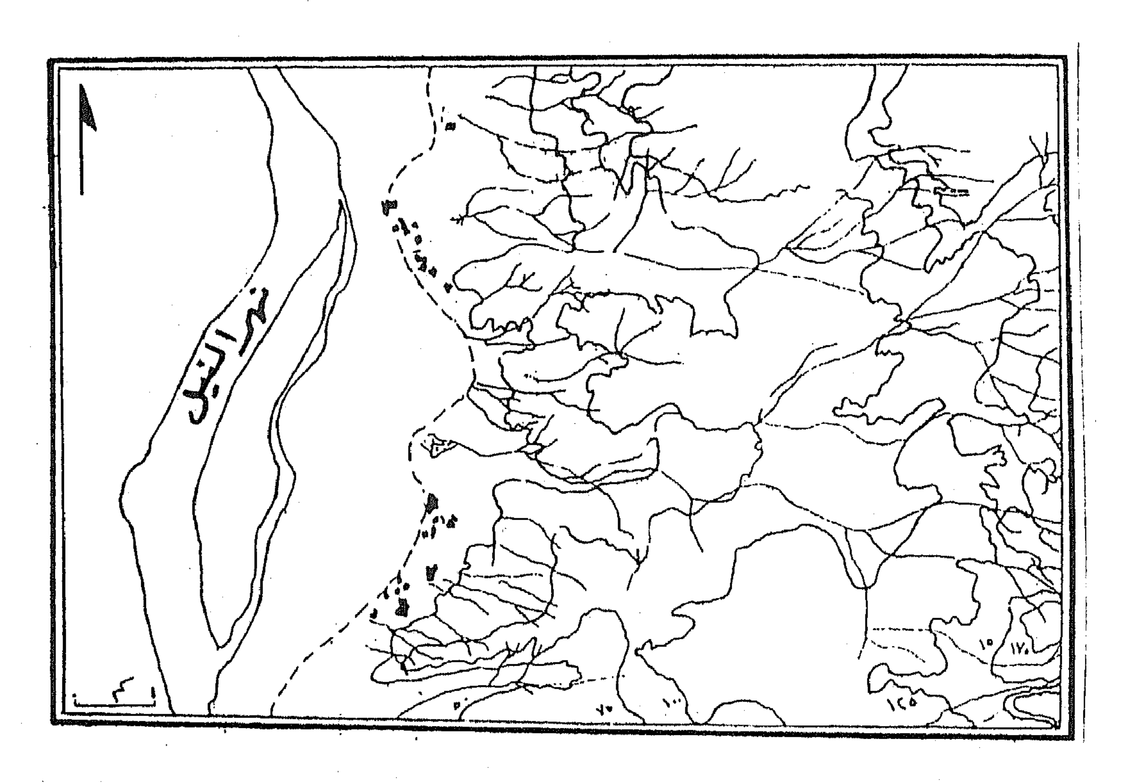
٤- يلاحظ اتساع المسافات بين خطوط الكنتور باتجاه قاعدة المروحة مع امتداد قنوات مائية على سطحها، وتعد هذه المروحة من المناطق التى تقوم عليها الزراعة بسبب تربتها السميكة الخصبة تشبه في ذلك العديد من المراوح الفيضية فى تلك المنطقة عند أقدام سلسلة جبال سييرانيفادا مثل مروحة كاواياه Kawaeah الفيضية ومروحة تول Tule

وتوجد فى مصر العديد من المراوح الفيضية والمخاريط التى تظهر عند نهايات الأودية الفرعية باتجاه المجرى الرئيسى (الوادى الرئيسى) مثل تلك المراوح والمخاريط النموذجية التى تظهر بوضوح على طول جانبى المجرى الأدنى لوادى دهب بشبه جزيرة سيناء.

وتنتهى كثير من الأودية الجافة بصحراء مصر الشرقية المتجهة نحو وادى النيل بمراوح فيضية بعد اجتيازها الحافة باتجاه السهل الفيضى، حيث يقل الانحدار بشكل كبير عند هوامشه الشرقية.

وتتعدد هذه المراوح فى مناطق الأحواض المنعزلة ومن أمثلتها المروحة الفيضية التى تكونت أمام مصب وادى الهيزة فى حوض الصف.

و- **وتظهر الخريطة التالية رقم (٩٦)** مصبات الأودية الجافة «بحوض الصف» يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:-



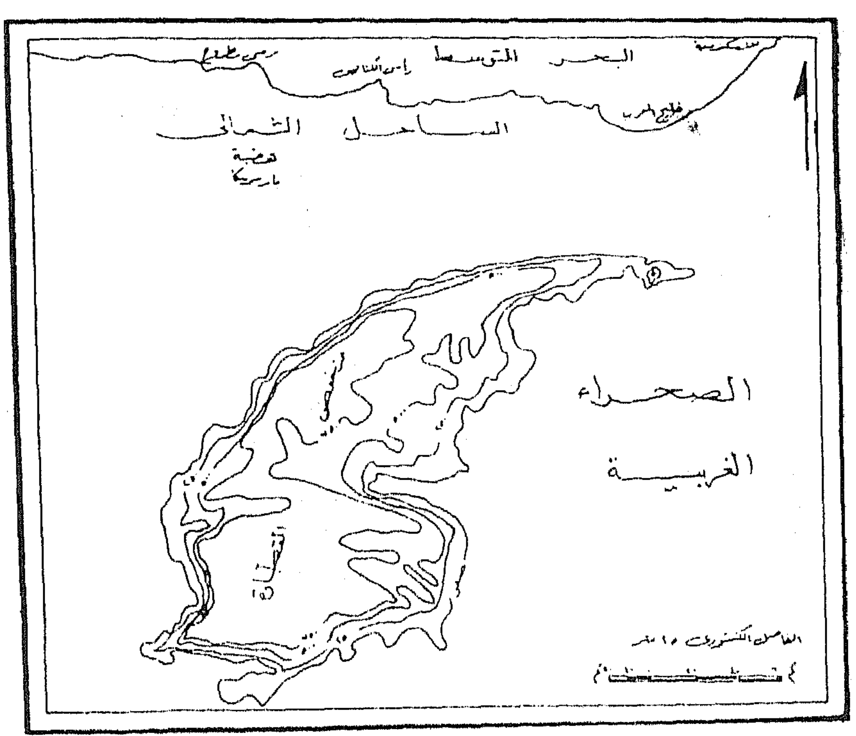
شكل رقم (٩٦) مصبات الأودية الجافة بحوض الصف

١- مع تتبع خطوط الكنتور تظهر بوضوح مروحة وادى الهيزة.

٢- ينتهى وادى البستان عند حوض الشيخ حسن بمروحة فيضية واضحة فى مواجهة مدينة مطاى.

٣- يلاحظ من الخريطة اقتراب المسافة بين خطوط الكنتور من ١٧٥ مترا إلى ١٢٥ متراً، ثم تتباعد بعد ذلك باتجاه وادى النيل مما ساعد كثيراً فى تكون المراوح الفيضية حيث التباين الكبير فى معدلات الانحدار.

ز- توضح الخريطة التالية رقم (٩٧) منخفض القطارة بالصحراء الغربية بمصر، يمكن أن نلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٩٧) خريطة كنتورية لمنخفض القطارة

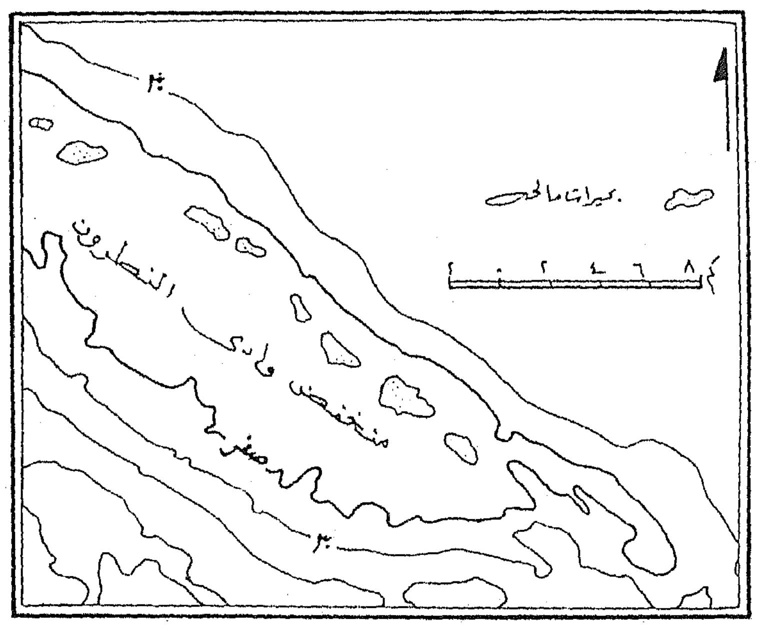
١- إن منخفض القطارة بمساحته التى تبلغ ١٩,٥٠٠ كيلو متر مربع يبدو كمثلث غير منتظم الأضلاع يتجه بقمته نحو الشمال الشرقى مع امتداد قاعدته فى الجنوب، وتبدو حدوده الشمالية والشمالية الغربية مقوسة بشكل ملفت.

٢- يقع المنخفض برمته تحت مستوى سطح البحر بمتوسط عمق ٦٠ مترا مع وجود معظم مساحته أدنى من هذا المتوسط، وتوجد أخفض نقطة به عند منسوب ١٣٤ مترا تحت مستوى سطح البحر عند نهايته الغربية على بعد ٣٠ كيلو متر إلى الجنوب الشرقى من واحة قارة.

٣- تمثل حافته الشمالية واجهة لهضبة الكويستا الشمالية ترتفع عن قاعه بنحو ٣٥٠ متراً وهى مكونة من صخور الحجر الجيرى الميوسينى ترتكز على صخور صلصالية هشه (تكوينات مغرة) مما ساعد على تراجع الحافة نحو الشمال والمساعدة فى حفر المنخفض.

٤- يتميز قاع منخفض القطارة بوجود السبخات والمناقع والتى يرجعها «جون بول» Ball . J إلى تسرب المياه الجوفية، وتكثر هذه السبخات الملحية فى الغرب بينما تنتشر الفرشات الحصوية فى الشرق.

ح- يتضح من الخريطة رقم (٩٨) الجزء الأعظم من منخفض وادى النطرون بصحراء مصر الغربية، ويلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (٩٨) خريطة كنتورية لمنخفض وادى النطرون

١ - يبدو المنخفض طولى ضيق يزداد ضيقا عند طرفيه بينما يتسع نسبيا فى جزئه الأوسط، يبلغ طوله نحو ٦٠ كيلو متر من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى ومتوسط عرضه عشرة كيلو مترات، وأقصى اتساع له ١٣ كيلو متر بينما يضيق فى أقصى الجنوب الشرقى إلى أقل من نصف كيلو متر فقط، وتبلغ مساحته نحو ٥٠٠ كيلو متر مربع.

٢ - يعد من المنخفضات الصحراوية التى تنخفض مناسيب قيعانها عن مستوى سطح البحر ويبلغ منسوب قاعه ٢٣ متر دون مستوى سطح البحر.

٣ - يحاط بحافات واضحة المعالم فى الغرب والجنوب الغربى وأقل وضوحاً فى الشرق والشمال الشرقى.

٤ - تظهر من الخريطة مجموعة من البحيرات تمتد على طول قاع المنخفض تمثل نحو ٤,٥٪ من جملة مساحته يبلغ عددها ثمانى بحيرات تحيط بها شواطىء بحيرية قديمة تدل على أنها كانت أكثر اتساعا فى الماضى.

ط - **تظهر الخريطة رقم (٩٩)** جزء من مقدمات هضبة مارمريكا الجيرية بمنطقة «أم الرخم» شمالى الصحراء الغربية تتميز جيومورفولوجيا بتقطعها بفعل العديد من الأودية الجافة التى تنحدر متجاورة نحو الشمال الشرقى حيث تنتهى إلى سهول ساحلية منخفضة تمثل ظهيراً لرأس أم الرخم، ويمكننا أن نلخص أهم خصائصها الجيومورفولوجية فى النقاط التالية :-

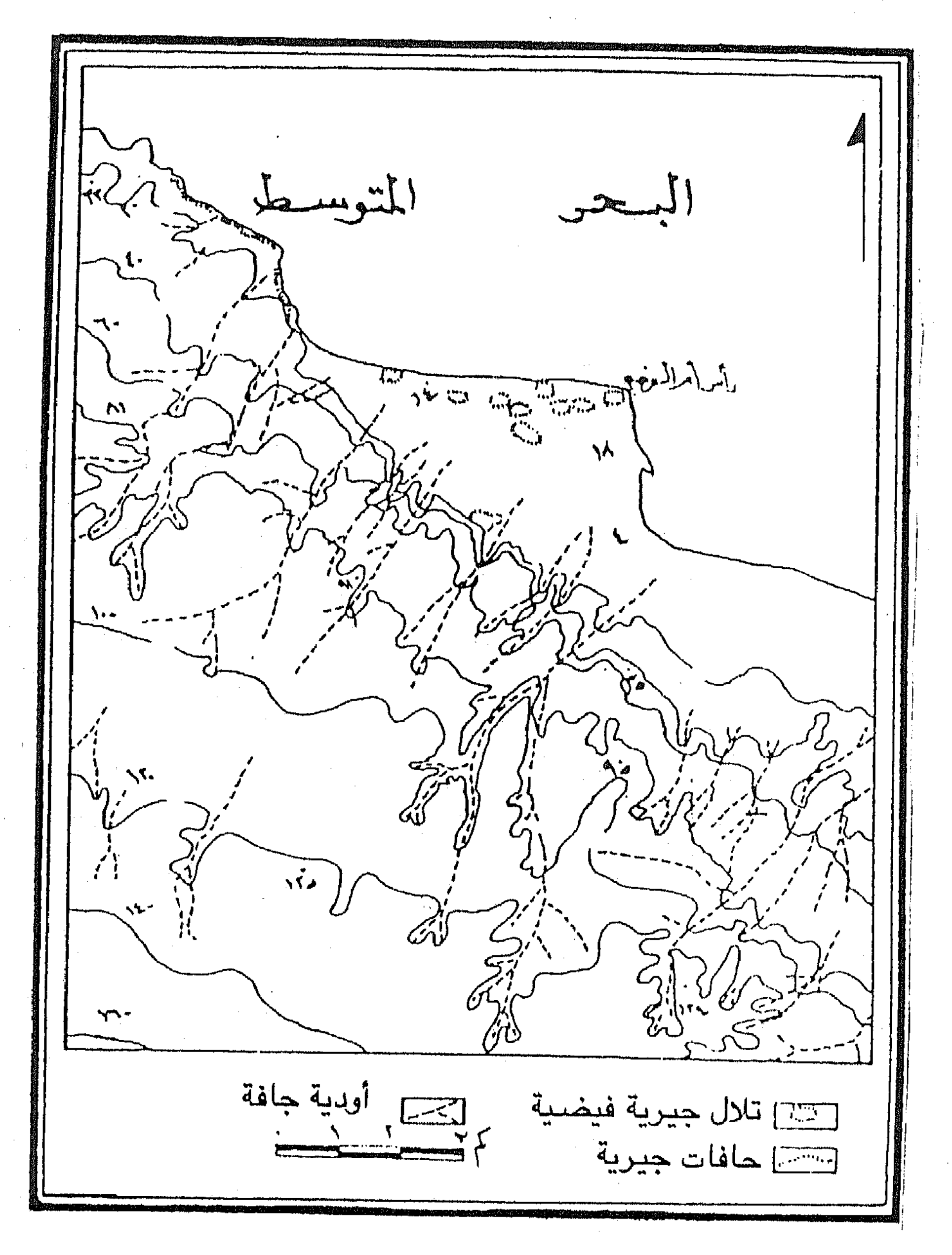
١ - تنحصر المنطقة بين خط الشاطىء شمالاً (لاحظ هيئة خط الشاطىء وامتداد الجروف فى أقصى الشمال الغربى) وخط كنتور ١٦٠ متر جنوبا بشرق.

٢ - امتداد سهل ساحلى يتسع نسبيا فى الغرب ويضيق ضيقا شديداً بالاتجاه غربا حيث يقترب خط كنتور ٢٠ مترا من خط الشاطىء.

٣ - امتداد عدد من الأودية الجافة التى تنحدر متجاورة ومتوازية تقريبا باتجاه السهل الساحلى الشمالى لتنهى عنده باستثناء القليل منها الذى يتمكن من الوصول إلى البحر (لماذا؟).

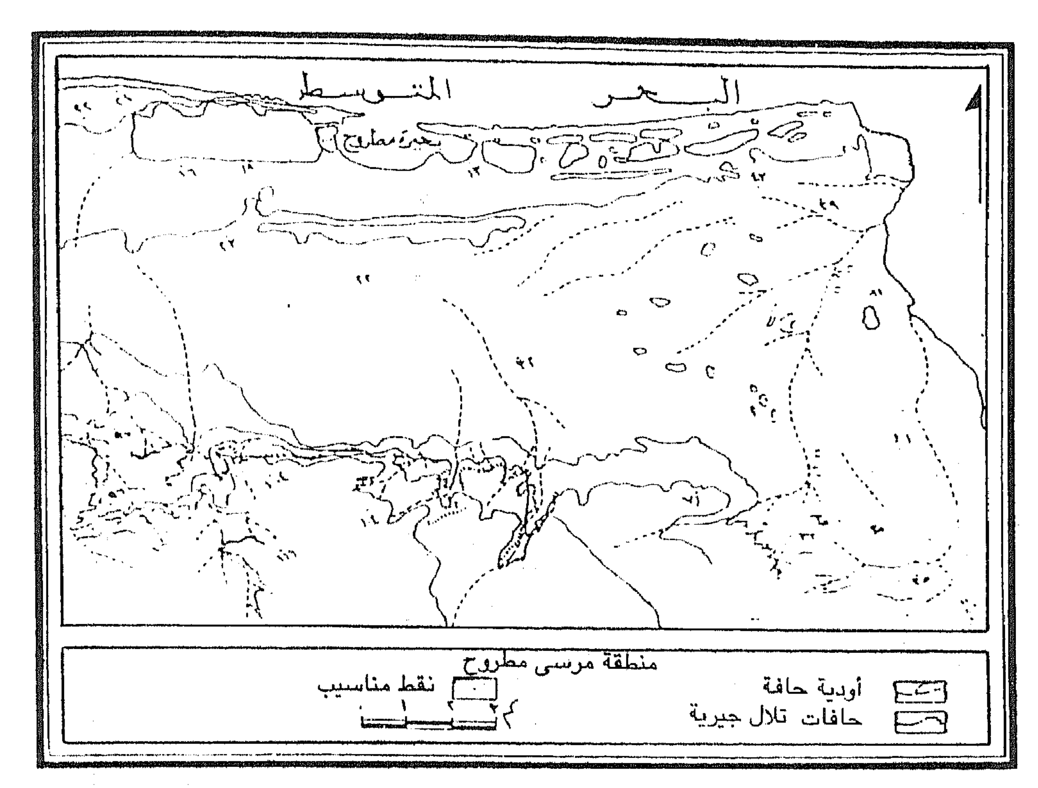
٤ - انتشار تلال من الحجر الجيرى البويضى موضحة بالهاشور فى منطقة السهل الساحلى الشمالى.

٥- يتضح تعرج خطوط الكنتور خاصة على طول مجارى الأودية مع تراجعها الواضح نحو أعالى هذه الأودية مما يدل على شدة انحدارها وتعميقها لمجاريها.



شكل رقم (٩٩) مقدمات هضبة مارمريكا الجيرية

ى- توضح الخريطة التالية رقم (١٠٠) قطاعا من الساحل الشمالى غربى الاسكندرية وظهيره الهضبى فيما بين رأس علم الروم حتى رأس أم الرخم، نلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (١٠٠) قطاع من الساحل الشمالى غربى الإسكندرية

١- يتألف المظهر الجيومورفولوجي العام لهذا الجزء أو القطاع من الساحل الشمالى من مجموعة من السلاسل التلالية تمتد فى موازاة بعضها، وفى موازاة خط الشاطئ تظهر هذه التلال من الخريطة من خلال خطوط الهاشور.

٢- تنتشر الملاحات الساحلية قرب خط الشاطئ فى بعض المواضع المنخفضة.

٣- انحدار عدد من الأودية الصحراوية الجافة القصيرة التى تنتهى عادة عند خط كنتور ٢٠ متر تقريبا فى منطقة السهل الساحلى.

٤- وجود خليجين مفتوحين باتجاه الشرق وهذه سمة تميز خلجان الساحل الشمالى بشكل عام.

٥- امتداد الطريق البرى الرئيسى فيما بين خطى كنتور ٢٠ و ٤٠ متراً (يمكن الرجوع للاستزادة صبرى محسوب، ١٩٩٢).

الأشكال الكارستية من الخريطة الكنتورية

ترتبط معظم الأشكال المورفولوجية هنا بعمليات الإذابة التى تنتج أساساً من المياه الجوفية Underground Water حيث تنشط الإذابة فى الصخور الجيرية، وقد اشتقت كلمة كارست Karst من إقليم كارست فى كرواتيا على البحر الأدرياتى لساحل دلماشيا، والذى يتكون من صخور الحجر الجيرى Line Stone الذى تأثر كثيرا بعمليات الإذابة وتشكل ملامح وأشكال عديدة تظهر فى مناطق متشابهة مثلما الحال فى شبه جزيرة يوكاتان بأمريكا الوسطى وشبه جزيرة فلوريدا بالولايات المتحدة وأجزاء من ولاية كنتكى والجزء الجنوبى من هضبة فرنسا الوسطى وغيرها.

وأهم الأشكال والملامح الكارستية:-

- الحفر العميقة (القشعات) Sinkholos

تعد من أكثر الأشكال الجيومورفولوجية وضوحاً فى مناطق التعرية الكارستية وهى عبارة عن منخفضات سطحية فى الحجر الجيرى، والكثير منها يمتلئ بالرواسب القادمة من جوانب التلال القريبة منها، تتميز بعض القشعات بجوانبها شديدة الانحدار وبعمقها الكبير وعادة ما تظهر فى مناطق تقاطع المفاصل الصخرية وغيرها من مناطق الضعف، حيث تتحول بفعل عملية التجوية تدريجيا إلى حفر واضحة المعالم.

وتنقسم القشعات (الحفر العميقة) إلى نوعين: النوع الأول ويتمثل فى حفر الإذابة Solution Sinkholes التى تأخذ أسماءً محلية تبعا للمناطق التى توجد بها مثل Dolinas, Swallet, Swallow أما النوع الثانى فيعرف بحفر الانهيار ويتم تكونها بفعل عمليات تقويض سفلى Undercutting نتيجة للإذابة التحتية بحيث تنهار الصخور الجيرية العلوية، وقد تتصل هذه الحفر ببعضها مكونة بالوعات مركبة تبدو فى شكل طولى ذات جوانب شديدة الانحدار (فى شكل جروف) تسمى فى منطقة ساحل دلماشيا بالبولج Polje.

- البوجاز (السطح الجيرى المشرشر) Bojaz

يظهر البوجاز فى المناطق الجيرية الخالية من النباتات، وهو عبارة عن أراضى وعرة تنتج أساسا عن تسرب مياه المطر فى الشقوق مما يؤدى إلى اتساعها بشكل مضطرد لينتهى الأمر بظهور أسطح منفصلة ومشرشرة تساعد على تكونها- بجانب ما سبق ذكره- كثرة المفاصل الصخرية والشقوق Fissures ونفاذية الصخر Permeability.

ومن أكثر المناطق التى يظهر بها البوجاز منطقة الحجر الجيرى بمقاطعة يوركشير بانجلترا وفى ساحل دلماشيا ويطلق عليها فى انجلترا Clints وفى فرنسا Lapies وفى ألمانيا Rarren .

ومن الظاهرات الكارستية كذلك الكهوف التى تمثل ممرات طبيعية تحتية تقتفى أثر المفاصل والشقوق، والأخيرة تحدد أنماط الكهوف وما يرتبط بها من أشكال مثل الترسبات الكيماوية للحجر الجيرى مثل النوازل والصواعد التى تنتج عن تسرب مياه مشبعة بالجير خلال الشقوق بأسقف الكهوف، وتوجد كذلك الأودية التحتية العمياء Blind Valleys التى تقوم بعمليات نحت وإرساب تحتية تشبه كثيرا العمليات التى تقوم بها الأنهار فوق سطح الأرض.

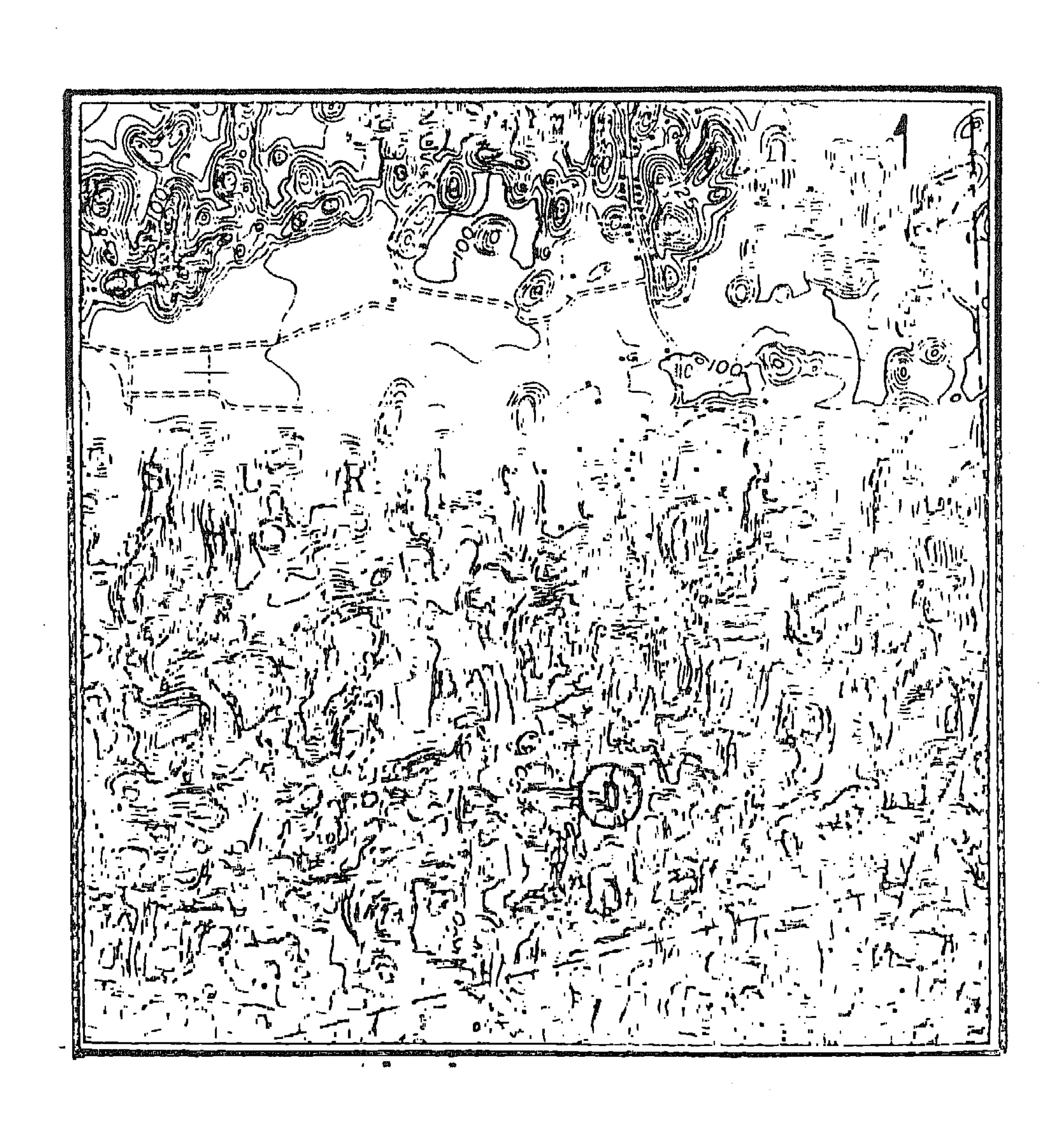
أ- توضح الخريطة التالية رقم (١٠١) مرحلة متقدمة من النحت الكارستى (النحت بفعل الإذابة) فى صخور كربونية تظهر بها أراضى مرتفعة وتلال متناثرة عديدة تعد من الأشكال المتبقية من عمليات الإذابة.

وأهم ما تحتويه الخريطة من أشكال وملامح كارستية.

١- ظهور عدد كبير جداً من التلال الصغيرة بيضية أو دائرية الشكل يتراوح ارتفاعها ما بين ٢٥و٣٠٠ قدم يطلق عليها Pipino Hills .

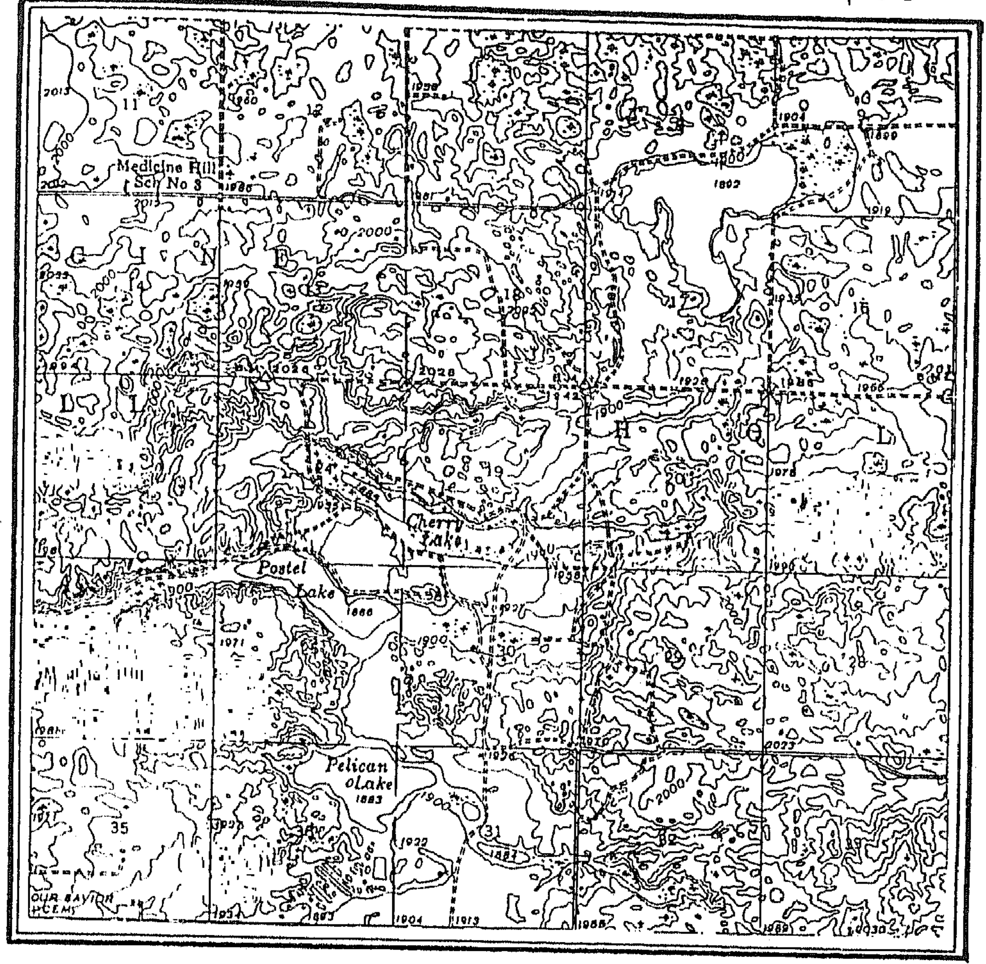
٢- انحدار هين للسطح باتجاه الشمال يرجع ذلك إلى زيادة معدلات التساقط فى الشرق والشمال (٦٥ بوصة فى السنة) على السفوح الشرقية بسبب الرياح التجارية الشرقية الرطبة مما ساعد على زيادة معدلات الإذابة.

٣- يلاحظ اختفاء نظم التصريف السطحية من كل الخريطة نتيجة لطبيعة الصخور الجيرية وقلة الانحدار حيث يبلغ الفاصل الكنتورى هنا خمسة أمتار فقط.



شكل رقم (١٠١) مرحلة متقدمة من التعرية الكارستية

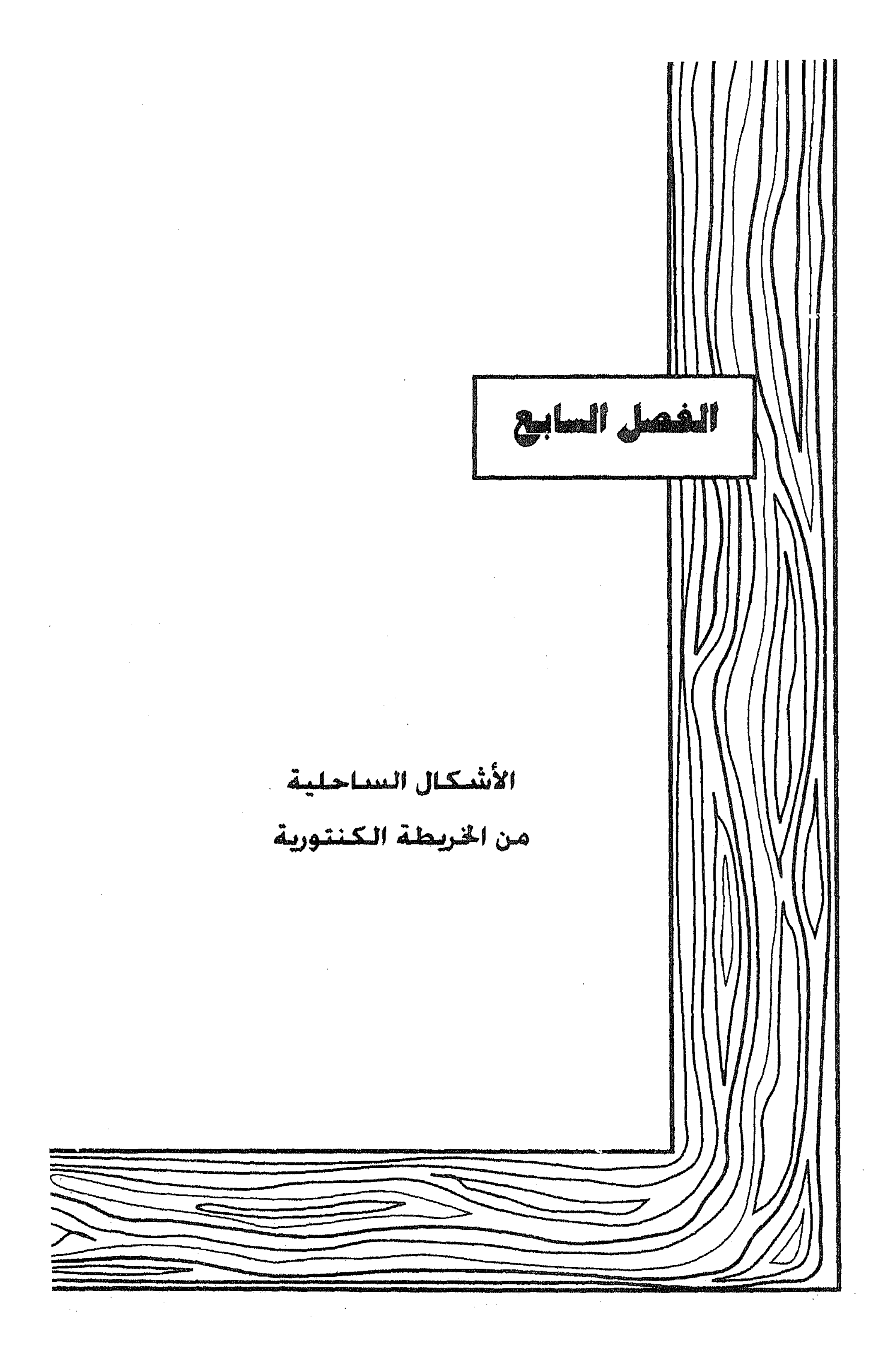
ب- تبين الخريطة التالية رقم (١٠٢) جزء من منطقة كارستية بولاية كنتاكى الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٦٢,٥٠٠ وبفاصل كنتورى عشرة أقدام، يلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (١٠٢) جزء من منطقة كارستية بولاية كنتاكى الأمريكية

١ - تعد الأودية الغائرة Sinking Streams أكثر الملامح الكارستية وضوحاً وعادة ما تنتهى هذه الأنهار أو الأودية التحتية إلى حفر غائرة (قشعات) تشير إليها الأسهم بالخريطة.

٢ -تظهر فى الجزء الجنوبى والجنوبى من الخريطة حافات جيرية غير منتظمة الأبعاد تتميز بقممها المتموجة وتتميز جوانبها بالتعرج وشدة الانحدار، تتناثر فيما بينها حفر الإذابة والكهوف الكارستية.



الفصل السابع

الأشكال الساحلية
من الخريطة الكنتورية

مقدمة:

تنقسم السواحل بشكل عام إلى سواحل الجروف Cliff Coasts وسواحل الإرساب المنخفضة، وتبدو الأشكال الناتجة عن النحت البحرى واضحة على سواحل الجروف، بينما تظهر العديد من الأشكال الإرسابية على السواحل المنخفضة، والأخيرة عادة ما تكون نتاج غمر بحرى أو نتيجة لانحسار مياه البحر عن الساحل مرتبطة فى كلتا الحالتين بحدوث تغيرات فى مستوى سطح البحر، حيث أن أى ارتفاع أو انخفاض فى منسوب مياه البحر بالنسبة للساحل المنخفض يمكن أن يتسبب عنها حدوث تغيرات عديدة فى شكل الساحل. وعندما يحدث التغيير فى منسوب البحار على مستوى عالمى فإن الآثار الناتجة عنه تسود كل سواحل القارات، تاركة بصماتها فى أشكال عديدة قد تدل على انخفاض المنسوب أو على ارتفاعه.

وتعرف التغيرات فى منسوب سطح البحر بالذبذبات الإيوستاتية eustatic fluctuation التى ترتبط أساساً بالتغيرات المناخية التى حدثت أثناء البلايستوسين والهولوسين، فقد ارتبط بفترات القمم الجليدية انخفاض عالمى فى منسوب مياه البحار تراوح فى مختلف الفترات الجليدية ما بين ١٠٠ و ١٥٠ متراً، وبعد انتهاء العصر الجليدى تحسن المناخ وانصهر الجليد وانصرف باتجاه البحار، مما أدى إلى ارتفاع منسوبه.

ويقدر بأن معدل الارتفاع الإيوستاتين فى مختلف بحارالعالم فى الوقت الحاضر تراوح ما بين ١,١٢ – ١,١٨ ملم فى السنة.

وما يعنينا هنا أنه توجد فى مناطق من العالم ظاهرات وأشكال ترتبط بعمليات الغمر البحرية على سواحل الغمر، ومناطق أخرى انكشفت نتيجة لتعرضها للارتفاع أو تعرض مياه البحر للانخفاض وتعرف هذه السواحل بسواحل الحسر.

وفيما يلى إبراز أهم الملامح والأشكال المرتبطة بسواحل الجروف والتى عادة ما تنتج عن عمليات النحت البحرية.

عادة ما ترتبط سواحل الجروف بمناطق جبلية أو مناطق تلية ورفرف قارى ضيق، وتشير سواحل الجروف الحالية إلى أرض ورفرف قارى متسع قليل الانحدار مما يشير إلى ارتباط نشأتها بظروف بيئية سابقة تختلف عن الظروف الحالية.

أولاً : الأشكال الناتجة عن النحت بسواحل الجروف.

سرعان ما يتضح لنا عند فحص معظم قطاعات الجروف الساحلية العديد من الملامح المورفولوجية المرتبطة بتباينات ليثولوجية وتركيبية شكلتها عمليات التجوية والنحت البحرية بصورها المختلفة.

فالأجزاء من التكوينات الصخرية الساحلية الأكثر مقاومة لعمليات التعرية تبرز فى شكل رؤوس أرضية head Lands ومسلات Stacks أو جزر ساحلية، بينما تتراجع الأجزاء الأضعف وينتج عنها تكون كهوف Caves وخلجان بحرية وغيرها.

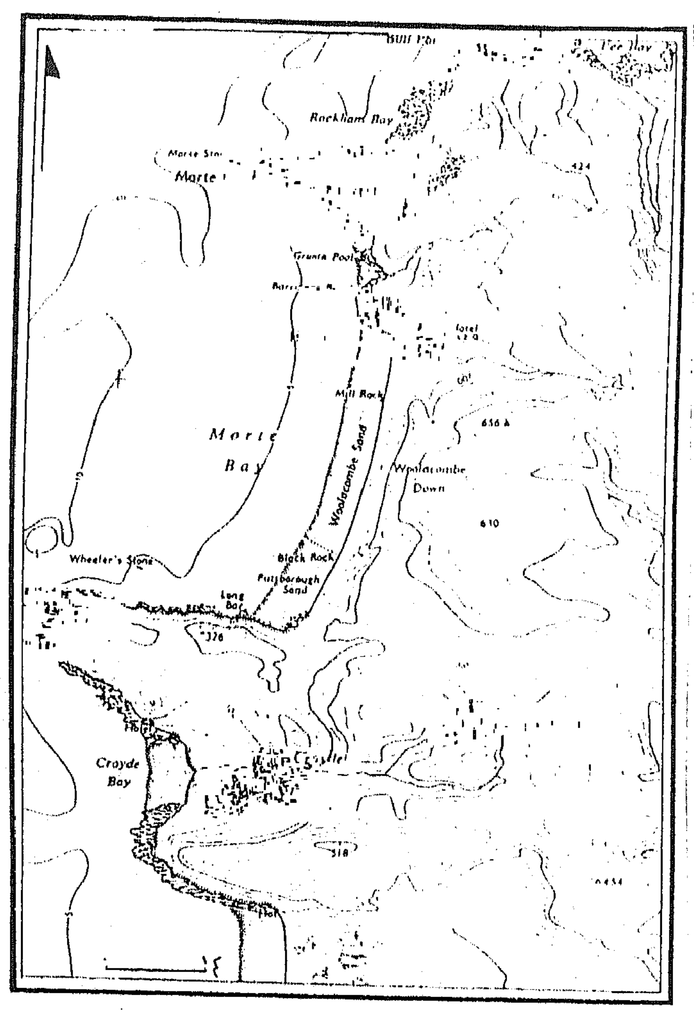
وجدير بالذكر أن الكثير من الجروف الساحلية عادة ما تكون بمثابة ظاهرات مورفولوجية موروثة من فترات ماضية، تم تعديلها نسبيا بواسطة الغمر البحرى الهولوسينى، حيث تسود فى بيئات ذات أمواج ضعيفة يمتد أمامها أرصفة شاطئية عريضة، بينما توجد جروف تتميز بضيق أرصفتها الشاطئية، وعدم وضوحها بسبب تغطيتها بركامات السفوح التى نتجت عن تراجع الجرف، وقد تظهر جروف ساحلية تختفى من أمامها الأرصفة تماما تنحدر باتجاه مباشر نحو المياه العميقة.

أ- يتضح من الخريطة التالية رقم (١٠٣) أهم الملامح والأشكال المرتبطة بسواحل الجروف متمثلة هنا فى الخلجان bays والرؤوس الأرضية.

وتمثل الخريطة جزءاً من ساحل ديفون الشمالية حيث منطقة خليج وولاكومب Woolacombe بمقياس رسم ١ : ٦٣٣٦٠ (١,٦سم: ١ كم أو بوصة للميل) والفاصل الكنتورى ٥٠ قدما (١٥ مترا).

---

١ - جودة حسنين جودة، معالم سطح الأرض، الإسكندرية، ص ٣٨٥.



شكل رقم (١٠٣) جزء من ساحل ديفون (خليج وولاكومب)

ويلاحظ من الخريطة ما يلى:-

١- تتابع واضح للخلجان الرملية Sandy bays والنتوءات الصخرية rocky Pro-montories وفى مثل هذا المظهر نجد أن النتوءات أو الرؤوس الأرضية عادة ما ترتبط بمكاشف الطبقات الصخرية الصلبة التى تقاوم نسبيا عمليات النحت البحرية وذلك بسبب خصائصها الكيماوية والطبيعية، ويعنى ذلك أن الصخور الأقل فى درجة مقاومتها لعمليات النحت البحرى تكون الخلجان، والمنطقة ككل تسودها بالتالى عمليات التعرية المتغايرة differential - erosion ويمكننا تفهم ما سبق من خلال قراءة وتحليل الخريطة الجيولوجية للمنطقة.

وكما عرفنا سابقاً فإن أرصفة نحت الأمواج Wave -cut- Platforms (الأرصفة الشاطئية) والجروف المنحدرة Steep Cliffs تعد دليلا واضحا على سيادة التعرية البحرية النشطة على السواحل، بينما نجد أن الشواطئ الحصوية أو الرملية تمثل نتاج عمليات ترسيب، ويعنى ذلك أن عمليتى النحت والإرساب تسود على هذا القطاع من ساحل ديفون الشمالية ببريطانيا.

٢- تظهر الجروف مطلة مباشرة على مياه البحر بجوانب الرؤوس الأرضية الثلاث الممثلة على الخريطة كما يلى:-

- فى أقصى شمال الخريطة يتضح الانحدار الشديد للساحل نحو رصيف نحت الأمواج الصخرى الذى ينكشف عند حالة الجزر Low - tide ويتمثل هنا فى أحد الجروف شديدة الانحدار حيث تتقاطع خطوط الكنتور مع خط الشاطئ، كذلك يلاحظ تقطع الجرف بثلاثة من الأودية التى تتميز بشدة انحدارها وتقطعها للساحل الجرفى المطل على خليج «لى» شمالاً.

- يظهر فى أقصى الشمال الغربى رأس أرضية مثلثة الشكل (رأس مورت) تتكون من صخر الأردواز Slate ، يلاحظ اختفاء الرواسب الرملية تماماً من أمام الجروف على طول امتداد ساحل الرأس مع تدبدبها عند طرفها الغربى وظهور بعض الأشكال الناتجة عن النحت متمثلة أساساً فى مسلة بحرية تعرف بصخرة مورت.

- يلاحظ ضيق رصيف نحت الأمواج الصخرى مع زيادة اتساعه بالاتجاه نحو الشاطئ الرملى باتجاه خليج «وولكومب» جنوباً.

- شدة انحدار الجروف على امتداد سواحل الرأس، حيث يكاد خط كنتور ٥٠ قدم ينطبق على خط الشاطئ، مما يدل على شدة الأمواج المتلاطمة وتركز طاقتها على سواحل الرأس.

٣- يمتد نتوء أرضى مستطيل الشكل تقريبا إلى الجنوب من خليج مورت أكبر من نتوء أو رأس مورت سابق الذكر، يلاحظ الفارق فى اتساع رصيف نحت الأمواج بين الرأسين، حيث يضيق بوضوح أمام جروف هذه الرأس خاصة على الساحل الشمالى لها مع شدة انحدار الجروف.

- يلاحظ أن سطح النتوء أقل تضرساً من سطح نتوء مورت وإن كان أكثر ارتفاعاً خاصة قرب الجروف الشمالية.

- يلاحظ تقطع جروف النتوء مع ظهور بعض ملامح الجروف الساحلية مثل الكهوف والمسلات الصخرية.

٤- تظهر إلى الجنوب من الساحل رأس أرضية صغيرة يمتد أمامها رصيف نحت أمواج أكثر امتداداً من مثيله أمام الرأسين السابقتين، ويرجع ذلك إلى تراجع جروف هذه الرأس بمعدل أكبر من جروف الرأسين السابقتين.

- يلاحظ كذلك شدة انحدار الجروف ووضوحها على الساحل الجنوبى للرأس.

٥- بالنسبة لظاهرة الخلجان يتضح من الخريطة السابقة رقم (١٠٣) ما يلى:-

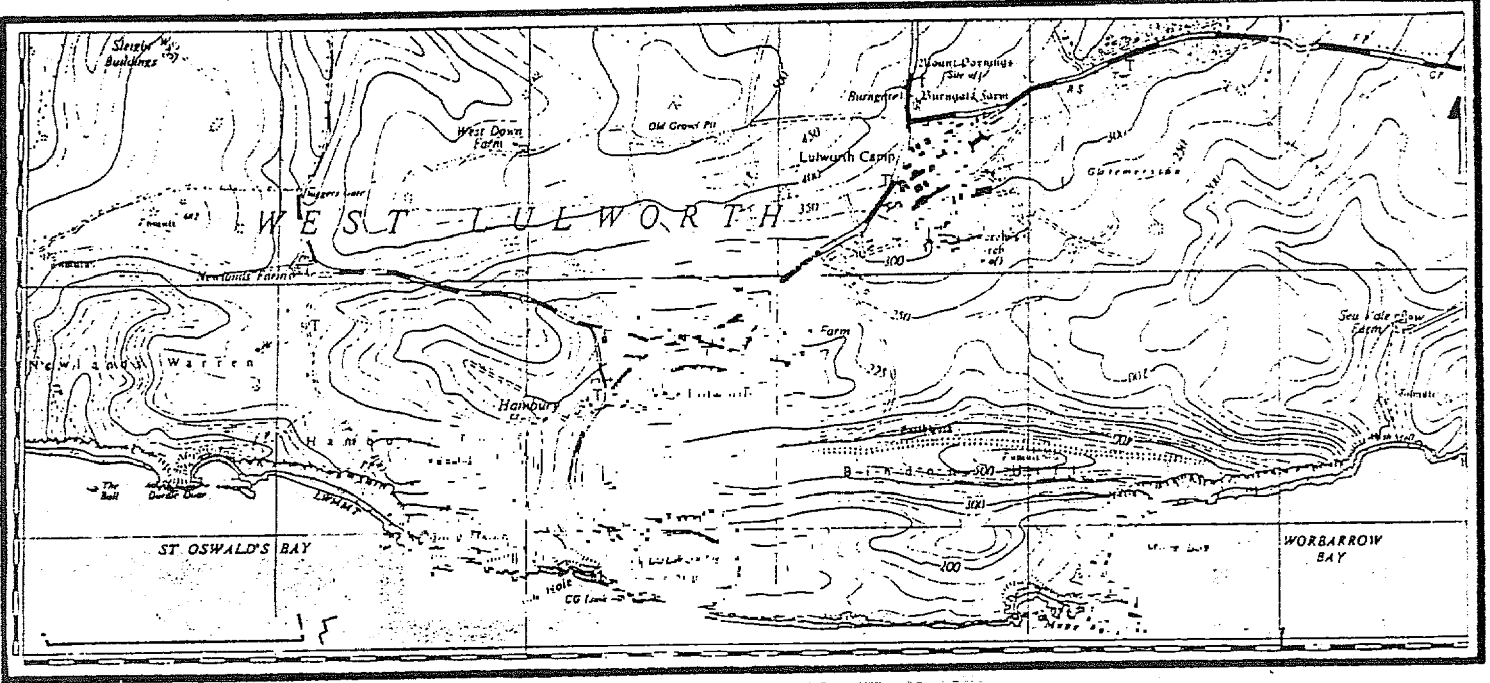
- خليج «مورت» وينحصر بين رأس مورت شمالاً ورأس بوجى Boggy فى الجنوب وهو خليج متسع كما نرى من الخريطة يقل عمق المياه أمامه، حيث يبعد خط عمق خمسة أقدام عن خط الشاطئ بمسافة تصل إلى أكثر من نصف ميل، بينما يبتعد خط عمق عشرة أقدام لمسافة تزيد على الميلين (ثلاثة كيلو مترات) مما أعطى الفرصة للأمواج القادمة فى أن تتشكل قممها مع شكل الخليج وتصل إليه ضعيفة مما يساعد كثيرا على سيادة عمليات الترسيب التى تنتج عنها هذه الشواطئ والبلاچات الرملية التى تمتد باتجاه البحر لمسافة نصف ميل تقريبا والتى تعد من مناطق الاصطياف الرئيسية، تظهر مباشرة جروف شديدة الانحدار.

- يظهر خليج بحرى ضيق وصغير المساحة إلى الجنوب من رأس بوجى يعرف بخليج كرويد Croyde ، يلاحظ امتداد البلاج الرملى مع قلة انحدار الشاطئ الخلفى- Back Shore باتجاه بلدة كرويد فى الغرب.

- يلاحظ كذلك امتداد نهر يصب فى هذا الخليج ساعد على جلب الرواسب المكونة للشاطئ.

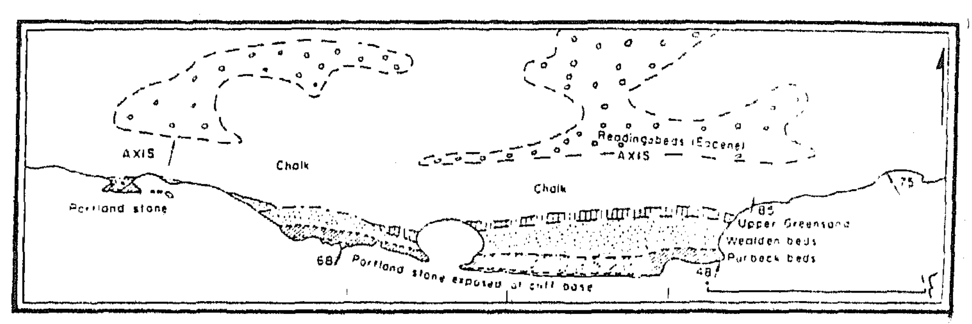
- لقد تأثر شكل الساحل هذا بالتعرية النهرية حيث تتمثل التلال فى الرؤوس البعيدة عن النحت النهرى، بينما خفضت المناطق التى تعرضت لنحت النهر وشكلت خلجانا وربما لعبت التغيرات فى مستوى سطح البحر دورها فى تشكيل هذه السواحل.

ب- تبين **الخريطة التالية رقم** (١٠٤) جزءاً من ساحل دورست فى بريطانيا يعرف بمنطقة كهف لولوورث Lulworth Core من توحده بمقياس رسم (١ : ٢٥,٠٠٠ (٤ سم/ ١ كم أو ٢ ١/٢ بوصة للميل الواحد).



شكل رقم (١٠٤) جزء من ساحل دورست في بريطانيا

يختلف هذا الساحل عن الساحل بالخريطة السابقة رقم (١٠٣) فى نقطتين رئيسيتين، النقطة الأولى اختلاف الصخور هنا عن صخور الساحل السابق، أما النقطة الثانية فتتمثل فى أن مكاشف الطبقات هنا بالخريطة رقم (١٠٥) تنتظم فى موازاة خط الشاطئ Shore Line وليست متعامدة عليه عكس الحال مع ساحل نورث ديفون.



شكل رقم (١٠٥) الخريطة الچيولوچية لساحل دورست (منطقة كهف لولوورث)

وتتمثل أهم الملامح والخصائص المورفولوجية فى ساحل لولوورث فيما يلى:-

١- امتداد الجروف شديدة الانحدار على طول خط الشاطئ من أقصى الشرق إلى أقصى الغرب مع اختلاف حدة الانحدار من قطاع إلى آخر تبعاً لدرجة نشاط عمليات النحت الساحلية (حدد أكثر الجروف انحداراً على طول الشاطئ).

٢- اختفاء رصيف نحت الأمواج من أمام الشاطئ.

٣- ظهور كهف بحرى وسط الخريطة وهو كهف لولوورث يلاحظ منه ضيق مدخله وشدة انحدار جوانبه التى نحتت فى صخور طباشيرية، وكذلك أثر امتداد الصخور الطباشيرية للحافة المظاهرة للساحل فى قلة توغل الكهف نحو الداخل (لاحظ شكل الكهف وأبعاده).

ونظراً لضيق مدخل الكهف فإن الأمواج القادمة إليه من البحر نحو الكهف تضطرب على طول سواحله الداخلية، وتقل فعاليتها فى النحت بحيث لا تتأثر جوانبه إلا من خلال العمليات المرتبطة بأمواج العواصف البحرية العنيفة التى تعمل على نحت الجروف وإزالة الرواسب الناتجة عن تراجعها، يلاحظ ذلك من ضيق رصيف نحت الأمواج.

٤- يظهر إلى الغرب من فتحة كهف لولوورث بنحو ٢٧٥ متراً ما يعرف بفتحة ستير التى تمثل مرحلة أولية من مراحل تكون الكهف الساحلى.

٥- بالاتجاه أكثر نحو الغرب على طول امتداد الساحل الجرفى يظهر نتوء ساحلى يطل على خليج سان أوزوالد فى شكل جرف منخفض تقع أمامه إحدى الجزيرات الصخرية التى اقتطعت فى مرحلة سابقة من الساحل.

٦- يلاحظ ظهور الجزيرات الصخرية أمام الساحل إلى الشرق من كهف لولوورث باتجاه خليج ميوب Mupe مع وجود قوسين بحريين بالساحل.

جـ- تظهر **الخريطة التالية رقم (١٠٦)** جروفا ساحلية فى قطاعين من ساحل منطقة الضبعة بالساحل الشمالى غربى الإسكندرية.

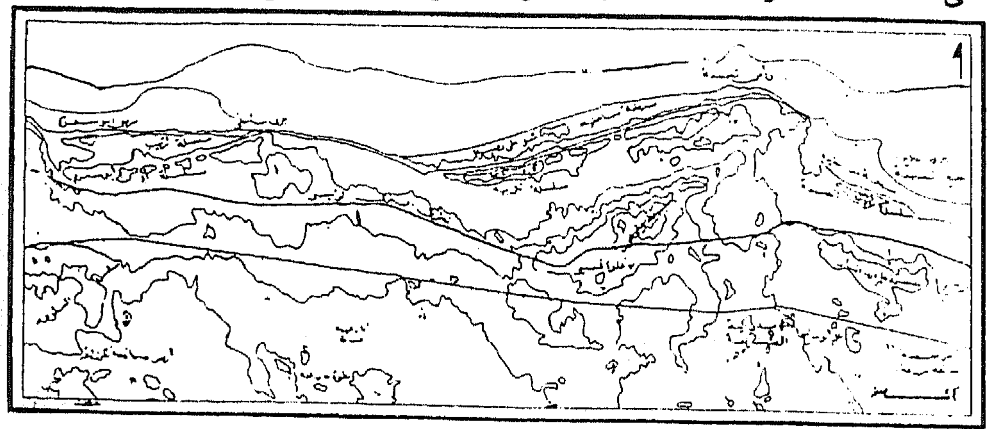
يمتد القطاع الأول من مرسى أبو سمرة باتجاه عام من الجنوب الشرقى إلى الشمال الغربى، حيث تظهر جروف ترتفع عن منسوب سطح البحر بـ ٢٥ متراً، وهى هنا نتاج ظروف ليثولوجية متمثلة فى تكوينات من الحجر الجيرى المتماسك تميل طبقاتها ميلا عاماً نحو الشمال ممثلة للنهاية الشمالية لمحدب وحيد الميل monoclines تعرضت لتصدعات تتمشى خطوطها مع اتجاه مضرب الطبقات على طول خط الشاطئ من الشرق إلى الغرب، وقد تطورت هذه الجروف فى البداية نتيجة نحت الأمواج عند أقدامها، ومع ما تتميز به هذه الجروف من فواصل صخرية وخلوع انتهى بها الأمر إلى الوضع الحالى فى شكل ساحل جرفى يمتد أمامه رصيف نحت أمواج مع وجود تراكمات صخرية عند حضيض الجرف نتيجة لعمليات النحت والانهيارات الأرضية التى أدت بدورها لتراجع الجروف باتجاه اليابس[١].

السواحل الغارقة Drowned Coasts

يقصد بالسواحل الغارقة تلك السواحل التى تعرضت لعمليات الغمر البحرية ومنها سواحل المصبات الخليجية estuaries وهى عبارة عن مصبات للأنهار تزداد اتساعاً بالاتجاه نحو البحر، وكذلك سواحل الريا ria Coasts التى تشبه كثيرا المصبات الخليجية، ولكن الفارق

١- محمد صبرى محسوب، سواحل مصر (بحوث فى الجيومورفولوجيا)، القاهرة، ١٩٩٤، ص١٩٥.

بينهما يتمثل أساساً فى أن سواحل المصبات الخليجية عبارة عن مصبات لأودية مغمورة فى السواحل المنخفضة، أما سواحل الريا فهى عبارة عن السواحل المغمورة ذات الأودية المتعمقة التى تحدها حافات مرتفعة عند مصباتها (صبرى محسوب، ١٩٩١، ص ١٨٩).



شكل رقم (١٠٦) جروف ساحل الضبعة

ومن سواحل المصبات الغارقة مصبات أنهار غرب ألمانيا ونهر السين واللوار والجيروند فى فرنسا.

أ- توضح الخريطة التالية رقم (١٠٧) المصب الخليجى لنهر فووى Fowey على ساحل كرونوويل الجنوبى حيث يبلغ اتساعه ٣٠٠ متر ممتدا فى اليابس لمسافة ثمانية كيلو مترات باتساع يتراوح ما بين ٣٠٠ و ٢٠٠ متر.

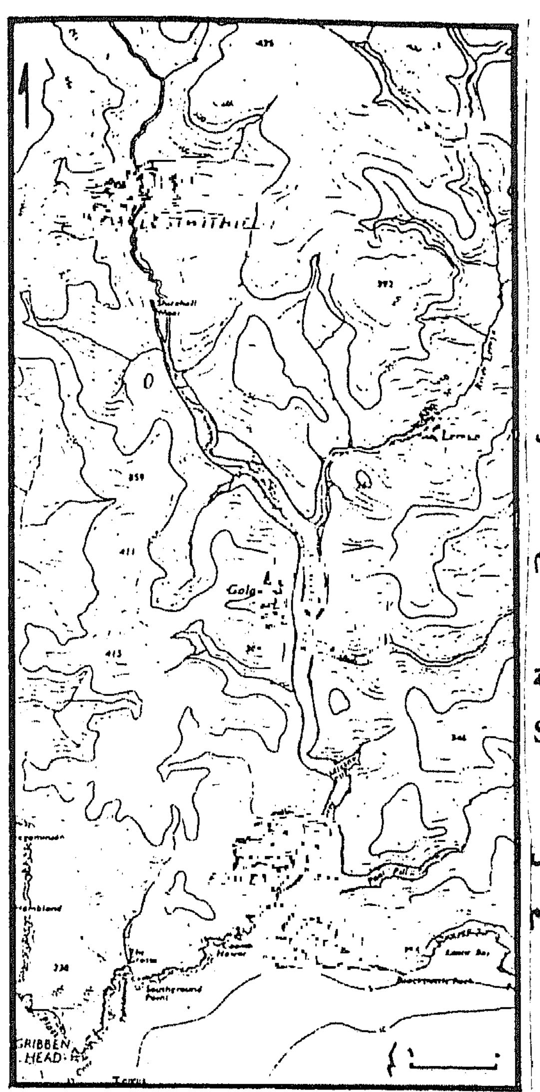
يلاحظ من الخريطة:

١ - وجود انحناءات حادة فى مصبه كما يلتقى به فى الجانب الشرقى بعض الأودية فى مصبات خليجية شبيهة ولكنها أصغر.

٢- يتميز الساحل هنا بتكونه من جروف صخرية ترتفع إلى نحو مائة متر (٣٠٠ قدم) فى بعض قطاعاته.

٣- تظهر العديد من الخلجان والشروم الصغيرة على طول خط الشاطئ.

٤- يلاحظ امتداد رصيف نحت أمواج ضيق بشكل مستمر على طول القطاع الغربى من الساحل، بينما يختفى فى معظم القطاع الشرقى.



شكل رقم (١٠٧) وادى نهر فوى ومصبه الخليجى على ساحل كرون فوول

٥- يلاحظ عدم وجود أى أثر للبلاجات الرملية.

٦- تظهر بعض التلال الصغيرة ذات القمم المستوية بالشاطئ الخلفى.

٧- تتقطع المنطقة ككل بواسطة أودية نهرية تتميز بشدة انحدار جوانبها Steep Sided Streams.

٨- يمكن إيجاز الصورة العامة لأشكال سطح المنطقة بالخريطة السابقة رقم (١٠٧) كالتالى[1].

تبدو المنطقة فى شكل هضبى متموج يتراوح ارتفاعها ما بين ١٠٠ إلى ١٢٥ متراً تقطعه نظم متطورة من شبكات التصريف المائى، وقد تعرضت القطاعات الدنيا من الأودية الرئيسية بالمنطقة لغمر بحرى مما أدى إلى تكون فتحات ضيقة تشبه «سواحل الريا» تشبه فى ذلك العديد من قطاعات السواحل مثل ساحل ديفون فى بريطانيا وبعض سواحل أسبانيا وجنوب غرب أيرلندا وكلها سواحل تعرضت للغمر البحرى Marine Sudmergence .

1- Sawyer, K.E., Idid, P69.

الشواطئ الرملية المنخفضة:

تبدو خطوط الشواطئ منحنية انحناءات مقعرة خفيفة تكون عادة مواجهة للبحر، وتعد الأمواج العامل الرئيسي فى تشكيلها وذلك بفعل ما تولده من تيارات Currents تعمل بدورها على تحريك الرواسب تقدما وتقهقرا على طول امتداد الشاطئ، ومن ثم يتأثر قطاع الشاطئ بقوة بظروف الأمواج والعواصف البحرية القوية التى تترك آثارها لعدة شهور بعد حدوثها، وفى حالة هدوء البحر تسود الأمواج البانية التى يحدث مع تكسرها إنسيابا وجريانا للمياه حاملة معها الرواسب الرملية الحصوية نحو الشاطئ التى ينتج عنها بناء حافات منخفضة berms ممتدة فى موازاة خط الشاطئ.

وعادة ما يعاد إرساب الرمال التى أزيلت أثناء العواصف البحرية فى صورة حواجز فى منطقة الشاطئ القريب near shore حيث تتراكم فى منطقة تكسر الأمواج surf zone نتيجة لتقابل الرمال المنقولة تجاه الشاطئ بتلك الرمال المسحوبة نحو البحر خلال عملية الارتداد الموجى back wask [1] وقد تظهر الحافات الشاطئيه أو الحواجز barriers موازيه للشاطئ أو ممتدة بانحراف محدود على خط الشاطئ.

ومن الظاهرات المميزة للشواطئ الرملية المنخفضة، الألسنة Spits وهى عبارة عن ملامح إرسابية تكونت على طول الشاطئ، وهى عادة ما تنتهى بخطاف hook أو أكثر تنتهى نحو اليابس وتنمو ويتطور شكلها عادة فى اتجاه رئيسى يتمشى مع انسياب حركة الرواسب على طول الشاطئ.

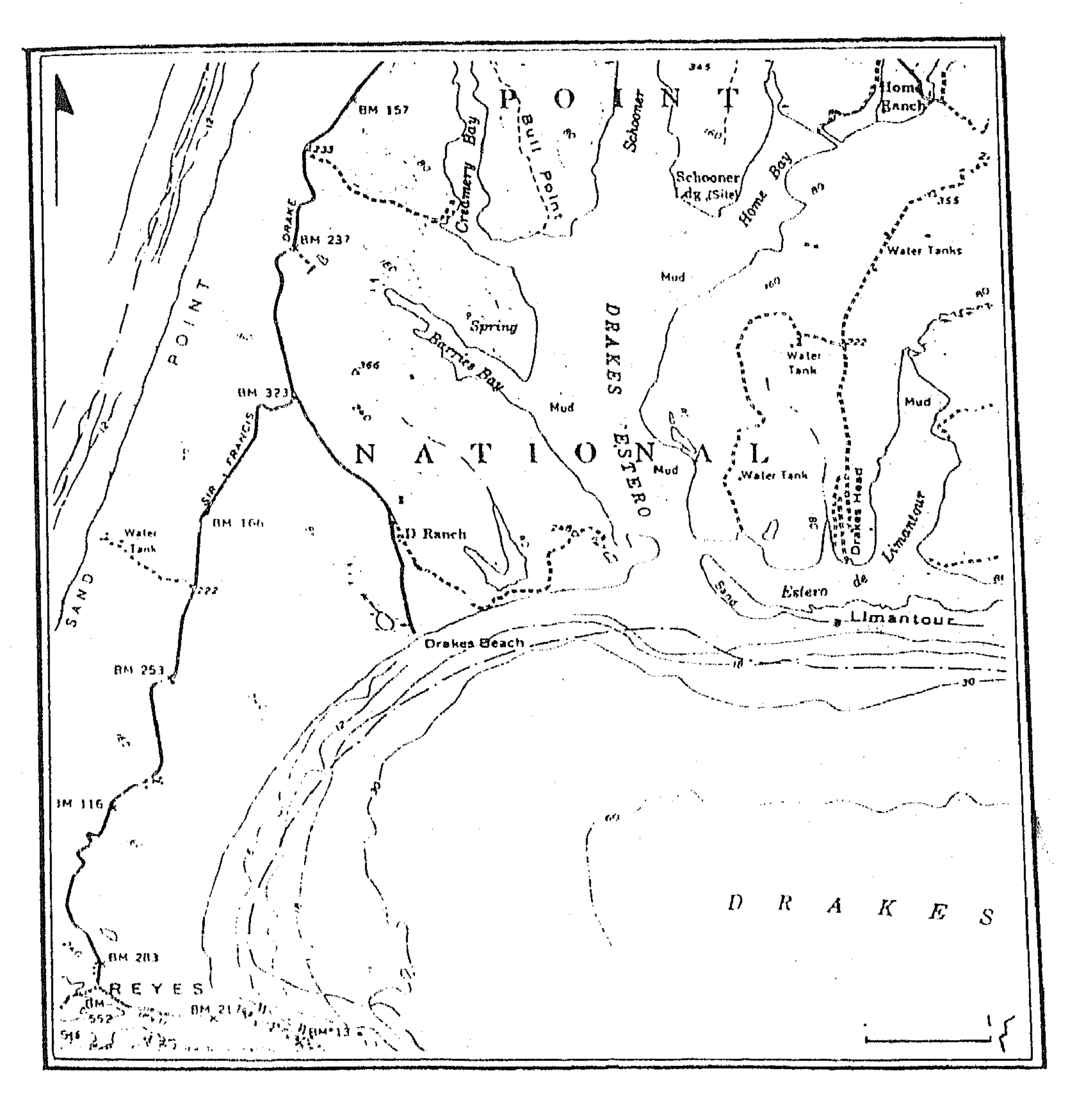
أما حواجز الشواطئ فهى عبارة عن أشرطة ضيقة من تكوينات إرسابية منخفضة تتكون كلية من رواسب الشاطئ، والعديد منها يزيد عرضه على عدة كيلو مترات مع وجود قمم كثيبية يصل ارتفاعها إلى مائة متر، وهناك ما يعرف بالحاجز الخليجى bay barrier وهو الحاجز الذى يمتد عبر خليج ما مع عدم استقامة طرفيه، وقد تفصل الخلجان عن البحر مكونة بحيرات ساحلية (لاجونات) مثلما الحال على الساحل الدلتاوى فى مصر، وكثيرا ما تتقطع هذه الحواجز فى مواضع الضعف بواسطة عمليات النحت البحرية مما يؤدى إلى تكون فتحات تصل بين البحر والبحيرات الساحلية.

---

١ – محمد صبرى محسوب، جيومورفولوجية السواحل، القاهرة، ١٩٩١، ص ١٦٦.

إلى جانب ما سبق توجد ملامح مورفولوجية ساحلية يمكن أن تبرز من خلال تحليل الخرائط الكنتورية التالية.

أ- تظهر الخريطة التالية رقم (١٠٨) قطاع من الساحل الأوسط بولاية كاليفورنيا الأمريكية على المحيط الهادى بمقياس رسم ١ : ٦٢٥٠٠ بفاصل كنتورى ٨٠ قدما، يلاحظ منها ما يلى:-



شكل رقم (١٠٨) قطاع من الساحل الأوسط بولاية كاليفورنيا الأمريكية

١ – امتداد شاطئ حاجز barrier beach إلى الغرب من مصب خليجي يعرف باسم Drakers تمتد فوقه تكوينات رمليه شاطئية ينحدر سطحها انحداراً هينا باتجاه الغرب حيث خط الشاطئ الرملي المستقيم.

٢ – مع زيادة منسوب سطح الحاجز بالاتجاه شرقا يلاحظ كذلك توغل المياه فى الجانب الشمالي الشرقى فى شكل مصبين خليجيين يلتقيان بالمصب الخليجي الرئيسى ودريكرز إيستيرو Estero ، ينتهى الحاجز جنوبيا بشاطئ صخرى شبه مستقيم فى شكل رأس أرضية مقطوعةtruncated - headland ترتصف أمامها أعداد كبيرة من الجزيرات الصخرية الدقيقة التى اقتطعت من البروزات الصخرية بالرأس الأرضية بفعل عمليات النحت البحرية، يلاحظ كذلك زيادة عمق المياه أمام هذه الرأس الأرضية الجنوبية (رأس ريز Reyes Point) حيث يقترب خط عمق ٣٠ متر بشكل كبير من خط الشاطئ الذى يتمثل فى قاعدة جرف ساحلى شديد الانحدار يختفى من أمامه تقريبا رصيف نحت الأمواج.

٣– يتميز الساحل الجنوبى المطل على خليج دريكرز بانحنائه المقعر مع ظهور المصبات الخليجية التى ذكر منها مصب دريكرز الذى يمتد إلى الشرق منه مصبات خليجية أخرى على وشك أن تغلق تماما مع امتداد لسان بحرى يعرف بلسان ليمانتور وهو لسان رملى ينحرف طرفه باتجاه مصب خليجى دريكرز (لماذا؟) ويعد مصب خليج ليمانتور بالشكل الذى يظهر من الخريطة لاجون ساحلى coastal Lagoon.

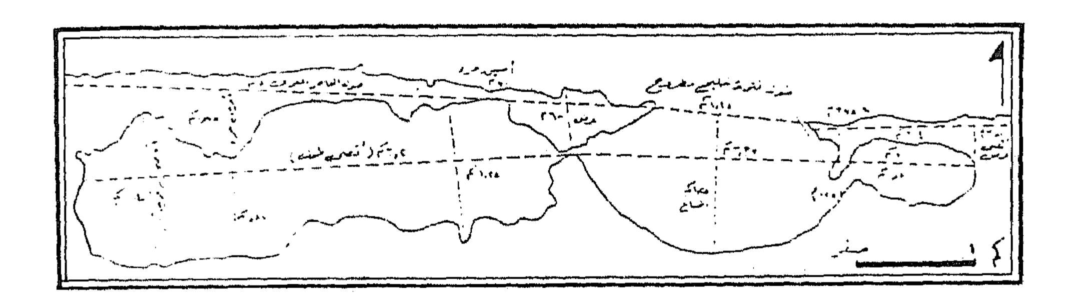
٤– يلاحظ امتداد جروف منخفضة فى نهاية الحاجز الرملى الرئيسى فى مواجهة لسان ليمانتور يتضح تقطعها بفعل التعرية النهرية فى منطقة رأس دريكرز.

٥– تظهر بشاطئ دريكرز الرملى إحدى اللاجونات أو الأهوار التى كانت فى الأصل مصباً خليجياً كما يتضح ذلك من اتصالها بأحد الأنهار الصغيرة الجافة، وإلى الجنوب الغربى منها يمتد مستنقع وسط مسطح مدى Zidal Plarform تطور عن لاجون سابق.

ب– توضح الخريطة التالية رقم (١٠٩) من الساحل اللاجونى المنخفض الممتد فيما بين رأس علم الروم شرقاً ورأس أم الرخم فى الغرب لمسافة ٢٥ كيلو متر باتساع يصل إلى نحو كيلو مترين، وهذا المظهر المورفولوجى الذى توضحه الخريطة يمثل نتاج تذبذبات أيو ستاتية تعرض لها مستوى سطح الماء بالبحر المتوسط خلال البلايستوسين.

ويمكننا فيما يلى أن نحدد السمات والأشكال المورفولوجية بالخريطة.

امتداد منخفض طولى ضيق فيما بين سلسلتين حافتين من الصخور الجيرية الحبيبية، تظهر فى قاعه مجموعة من الأهوار الضحلة والسبخات، وهو بذلك يعد مثالاً نموذجيا لساحل الحسر الذى يتميز ببساطته وامتداد حواجز رملية فى منطقة الشاطئ الخارجىoff shore ويعرف وفقاً لتصنيف ڤالنتينvalntine Classificatis بساحل حواجز البحيرات والحافات الكثيبية.



شكل رقم (١٠٩) أبعاد منطقة البحيرات

وأهم الوحدات الجيومورفولوجية الرئيسية بالخريطة.

١ - الحاجز الشمالى:

يمتد من نقطة قرب رأس مرسى علم الروم باتجاه الغرب لمسافة ثمانية كيلو مترات حتى فتحة بحيرة مرسى مطروح الشرقية باتساع ١,٢٥ كيلو متر، يرصعها عدد من الجزيرات الصخرية عن بقايا متبقية من الامتداد الغربى للحاجز الجيرى تعرضت للتعرية البحرية، ويمتد الحاجز بعد ذلك فاصلا بحيرة مطروح الغربية تماماً عن البحر، ويبلغ متوسط ارتفاع الحاجز عشرة أمتار مع ظهور بعض المواضع التى يرتفع عندها سطحه إلى أكثر من عشرين مترا، ينحدر جنوبا انحداراً هيناً باتجاه السبخات وبحيرتى مطروح الشرقية والغربية، بينما يطل على البحر شمالا فى صورة جروف شديدة الانحدار يمتد أمامها رصيف نحت أمواج تظهر فوقه بعض المسلات الصخرية خاصة فى منطقة ساحل كليوباترا وشاطئ الغرام وشاطئ «نقرة البلوشى» وغيرها.

٢- المنخفض اللاجونى Lagoonal depression :

يتراوح اتساعه ما بين ٣٠٠و ١٠٠٠ متر ومنسوب قاعه خمسة أمتار فى المتوسط فوق مستوى سطح البحر تحتل بحيرتا مطروح الشرقية والغربية منتصفه تقريبا، تمتد إلى الشرق منها سبخات تطورت عن خمس بحيرات ساحلية صغيرة تعرضت للتلاشى بعد أن انفصلت عن بحيرة مطروح الشرقية التى كانت تمدها بالمياه، وإلى الغرب من بحيرة مطروح الغربية يمتد مسطح مدى تنتشر فوقه النباتات والنباتات الملحية.

- بحيرتا مطروح الشرقية والغربية.

تبدو الأولى أقرب فى شكلها إلى الخليج البحرى حيث تتصل بالبحر بفتحة واسعة تكتنف مداخلها كتل صخرية تتراوح فى ارتفاعها ما بين المتر والستة أمتار، تبلغ مساحة البحيرة ٣ كم٢ وهى بحيرة ضحلة (متوسط عمقها سبعة أمتار) (صبرى محسوب، ١٩٩٤، ص٩٧).

أما بحيرة مطروح الغربية فهى بحيرة داخلية يفصلها عن البحر الحاجز الشمالى، بينما يفصلها عن بحيرة مطروح الشرقية حاجز رملى* وهى أكبر مساحة من البحيرة الشرقية ($4\frac{1}{2}$ كم٢) وأقل عمقاً (خمسة أمتار) تظهر داخلها بعض الجزيرات الصخرية قرب شاطئها الشمالى.

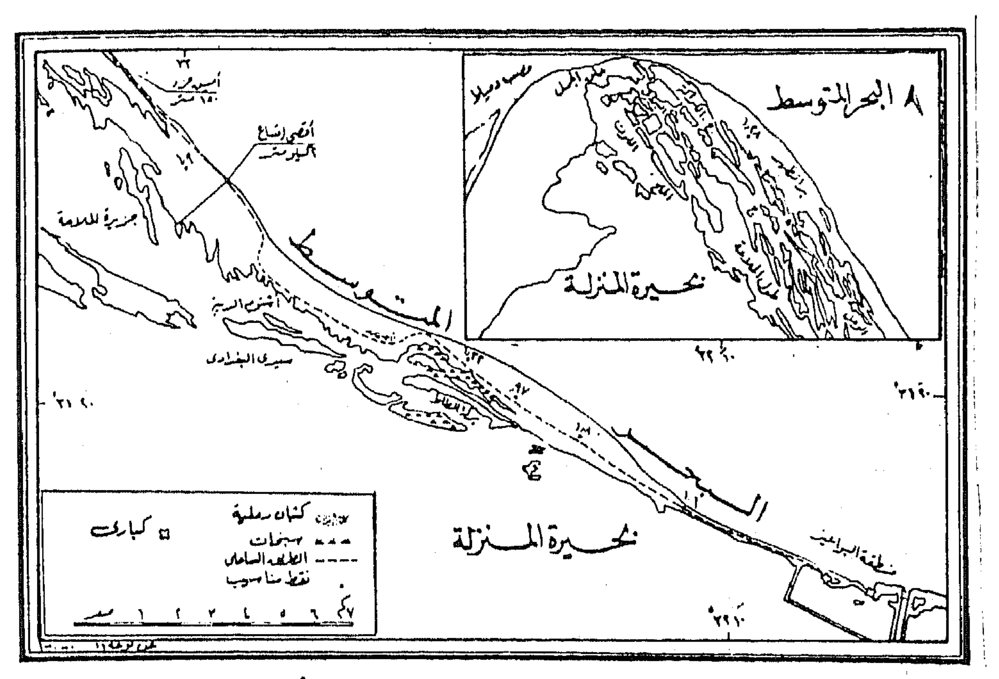
٣- حافة مطروح:

تمتد إلى الجنوب من البحيرتين وتعد الحد الطبيعى الجنوبى للمنخفض اللاجونى، ويمتد باتجاه عام من الشرق إلى الغرب بمتوسط ارتفاع ٢٠ متراً تصل فى بعض المواضع إلى ٢٨ متراً.

جـ- تبين الخريطة رقم (١١٠) حاجز بحيرة المنزلة من رأس دمياط حتى بوغاز أشتوم الجميل.

---

* تم حفر قناة منذ ١٥ عاماً تصل بين البحيرتين بغرض خدمة الميناء الجديد بالبحيرة الغربية.



شكل رقم (١١٠) حاجز بحيرة المنزلة حتى بوغاز أشتوم الجميل

يتضح منها الحقائق التالية:

١- انخفاض واضح فى سطح الحاجز مما يصعب تماما من رسم أى خطوط كنتور، حيث يقترب كثيرا من مستوى سطح البحر.

٢- امتداده نحو الجنوب الشرقى بطول ٥٠ كيلو متر حتى المدخل الشمالى لقناة السويس مع مجمل مساحة تصل إلى نحو ٤٠ كيلو متر مربع.

٣- يتضح ضيق الحاجز بالاتجاه نحو الجنوب الشرقى (لماذا؟) حيث يتراوح اتساعه ما بين ١٥٠ متراً وكيلو مترين.

٤- يلاحظ امتداد عدد من الحواجز أو البروز فى موازاة الحاجز الرئيسى وذلك فى جزئه الشمالى الغربى فى جانبه (شاطئه) المواجه لبحيرة المنزلة، وقد التحم كثير منها بالحاجز الرئيسى نتيجة عمليات الترسيب فى المسطحات المائية الضحلة التى تفصلها عن بعضها وبذلك أدت إلى زيادة اتساع الحاجز خاصة فى جزئه الغربى، وهذا الحاجز فى الواقع من أنواع الحواجز المركبة Compound barriers التى تتميز بنـمـوها فى اتجاه البحر مع بناء حواجز ثانوية وإطماء Silting up للبحيرات والمستنقعات الساحلية الضحلة التى تفصل بين الحواجز والبروز[1].

٥- تنتشر على سطح الحاجز بعض البرك والمستنقعات الضحلة خاصة فى جزئه الشمالى الغربى مع تداخلها بشكل ملفت مع اليابس.

٦- تظهر فتحات فى الحاجز تصل بين البحيرة والبحر خاصة فى أجزائه الضيقة وهى نتاج صراع مستمر بين التيارات التى تنساب باتجاه البحيرة وعمليات الإرساب التى تقوم بها تيارات الدفع على طول الشاطئ البحرى والأمواج البانية من جانب آخر، وتعمل التيارات المدية على توسيع هذه الفتحات ووضوحها، وأهم هذه الفتحات فتحة أشتوم الجميل.

د- تمثل الخريطة التالية رقم (١١١) جزءاً محدوداً فى أقصى نقطة جنوبية غربية من ساحل ولاية الباما الأمريكية بمقياس رسم ١ : ٦٢٠٠٠ وفاصل كنتورى عشرة أقدام.

يلاحظ منها ما يلى:

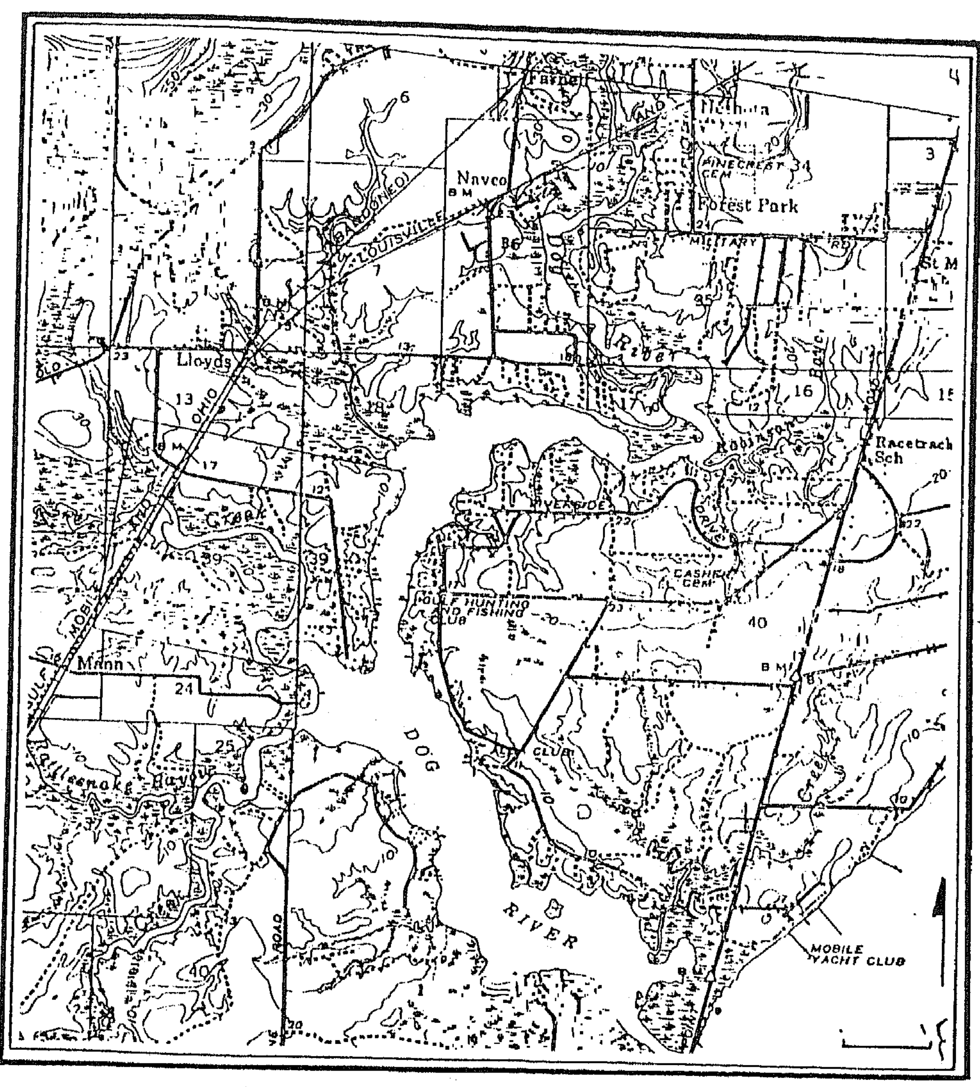
١- ساحل منخفض يمتد فيه مصب نهر متسع (نهر دوج).

٢- شدة تعرج روافد نهر دوج التى تظهر بالسهل الساحلى المنخفض مع انتشار السبخات الطينية على جوانبها نتيجة للانخفاض الواضح للسطح- يلاحظ اتساع مصب النهر عند نقطة التقائه بالخليج ويكاد ينغلق بمسطحات طينية منخفضة.

٣- ابتعاد الجروف الشرقية للحافة المحددة للسهل الساحلى فى أقصى شرق الخريطة.

٤- يعد هذا الساحل من سواحل الغمر (سواحل المصبات الخليجية) يتضح ذلك من شكل نهر «دوج» وروافده.

1- Said, R., Remarks on the Geomorphology of the Deltaic Coastal Plain,between Rossetla and Port said Bull, Soc, Grogr, Egypt, xxx1,PP115-126

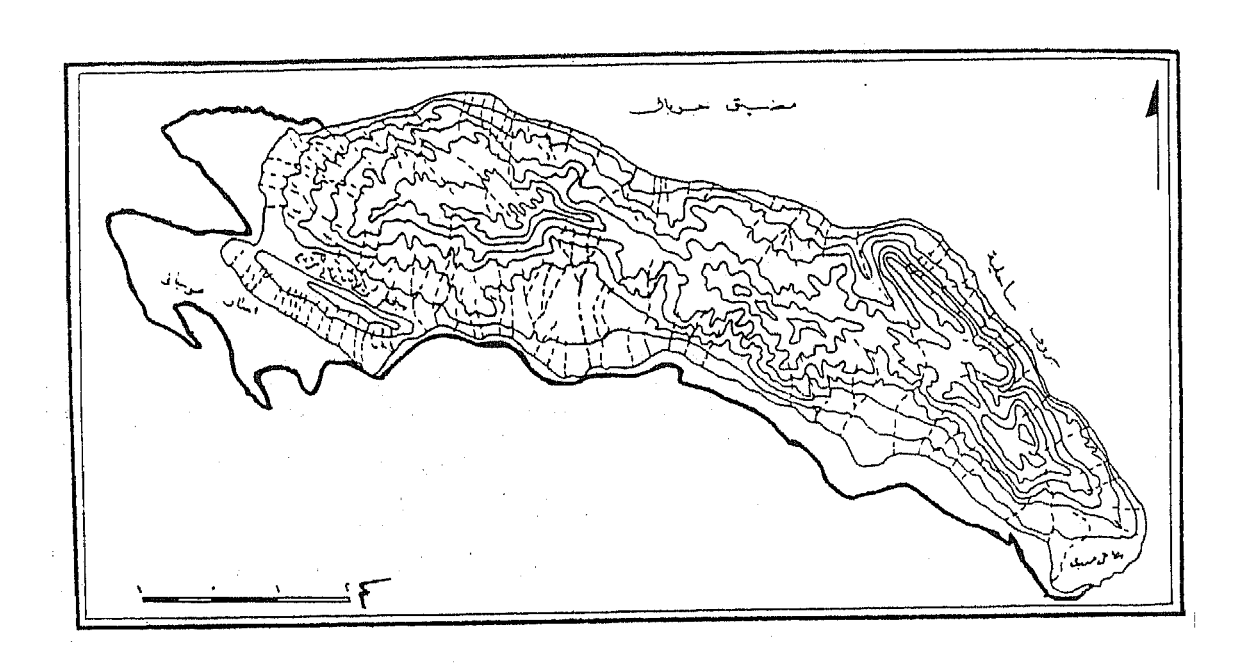


شكل رقم (١١١) المصب المتسع لنهر دوج بولاية الباما

هـ- توضح **الخريطة التالية رقم (١١٢)** جزيرة شدوان الصخرية المرتفعة التى تعد أكبر الجزر المصرية مساحة وأكثرها تضرساً وأعلاها منسوباً، وتقع عند الطرف الجنوبى الغربى لمنطقة مضيق جوبال، تبلغ مساحتها ٤٢ كيلو متر مربع، وتبدو من الخريطة طولية الشكل منحنية قليلاً، يواجه جانبها المحدب الشمال الشرقى وجانبها المقعر الجنوب الغربى، يبلغ أقصى طول لها من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى ١٣,٥ كيلو متر وأقصى اتساع ٤,٣ كيلو متر بمتوسط عرضى ٣,٣ كيلو متر وهى أقرب إلى الشكل المستطيل.

يلاحظ من الخريطة ما يلى:-

١- يمتد أمام سواحلها إطار مرجانى ضيق قد يتسع قليلا فى الشمال الغربى من الجزيرة بينما يكاد يختفى تماماً من سواحلها الشمالية والشمالية الشرقية.



شكل رقم (١١٢) الخريطة الكنتورية لجزيرة شدوان بالبحر الأحمر

٢- تتميز سواحلها الساحلية بضيقها الشديد، حيث تقترب الحافات الجبلية من خط الشاطئ ولا تترك أى مجال لامتداد السهول الساحلية باستثناء بعض القطاعات التى تتراجع عندها خطوط الكنتور عند الساحل الشمالى الغربى، حيث يبعد خط كنتور ٢٠ متر بعيدا عن خط الشاطئ لمسافات تتراوح بين كيلو متر واحد وأقل قليلا من الكيلو متر.

٣- تضيق السهول الساحلية ضيقاً شديدا على معظم الساحل الشرقى، بينما تتسع فى الجنوب بشكل واضح، حيث تظهر مسطحات لمصاطب بحرية متسعة نسبيا تتجه للارتفاع نحو الداخل، وهى من صخور مرجانية حديثة.

٤- يظهر على الساحل الشرقي للجزيرة عدد من الجروف التى نشأت أساساً نشأة صدعية يمتد خط مضربها فى موازاة الشاطىء، ثم تتابعت عليها عمليات النحت البحرية خاصة ما يرتبط منها من الأمواج.

٥- انعكس الانحدار الشديد نحو الشرق على نمط الأودية التى تنصرف فى البحر حيث تتميز بقصر مجاريها وشدة انحداراتها.

٦- تمتد بلاچات (شواطىء رملية منخفضة) هينة الانحدار نحو مناطق شاطئية ضحلة من سواحل الجزيرة مثل الساحل الشمالى الغربى والطرف الجنوبى الشرقى وهى بلاچات منخفضة لا يزيد منسوبها عن المتر فوق مستوى سطح البحر، باتساع لا يزيد على مائتى متر.

٧- يتميز سطح الجزيرة بوعورته وشدة تقطعه بفعل التعرية النهرية التى تقوم بها الأودية التى تمتد فى جميع الإتجاهات، وهى كما يبدو من الخريطة عبارة عن ضهر تركيبى Struc-tural horst قطعته الصدوع فى مراحل جيولوجية سابقة، ثم جاء دور الأودية التى تخير العديد منها خطوط الصدوع واستمرت بعد ذلك فى تقطيع سطح الجزيرة، يتضح ذلك من شدة اقتراب خطوط الكنتور من بعضها وتراجعها بشكل حاد نحو منابع هذه الأودية خاصة فى الجانب الشرقى والجنوبى الشرقى.

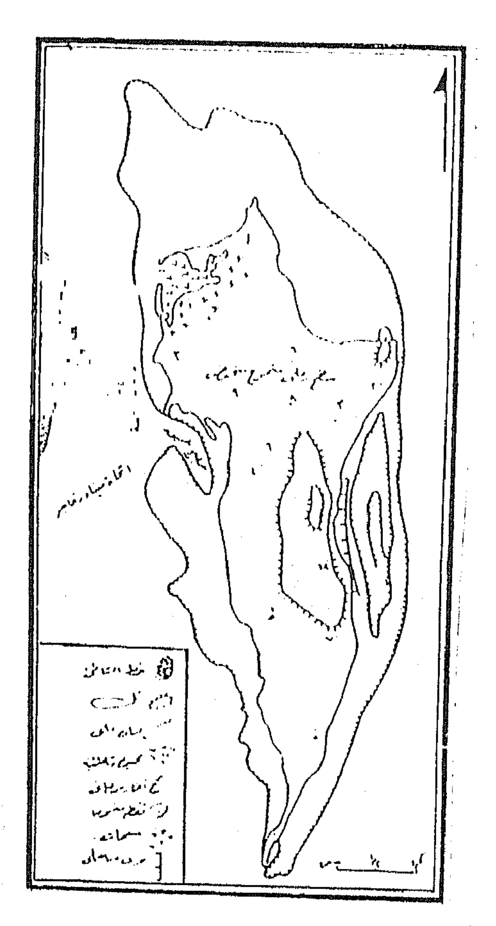
٨- يلاحظ كذلك امتداد منطقة تقسيم المياه بالجزيرة فى شكل قمم متقطعة تفصل بين الأودية المتجهة نحو الشمال والشمال الشرقى وتلك الأودية المتجهة نحو الجنوب والجنوب الغربى.

و- تبين الخريطة رقم (١١٣) جزيرة سفاجة الواقعة إلى الجنوب الشرقى من شبه جزيرة أبو سومة فى مواجهة ميناء سفاجة وعلى مسافة قصيرة منه تتراوح ما بين أقل من كيلو متر واحد فى جزئها الشمالى أمام رأس البارود وخمسة كيلو مترات فى الجنوب فى مواجهة وادى أبو أصالة.

وهى جزيرة ساحلية منخفضة تبلغ مساحتها ١٣ كيلو متر مربع، تبدو من الخريطة مثلثة الشكل ذات قاعدة منتظمة فى الشمال، وتتميز الجزيرة بانخفاض سطحها المغطى برواسب رملية جيرية فى معظم أجزائه، مع ظهور السبخات فى البقاع المنخفضة منه خاصة فى الشمال الغربى.

ويمكننا أن نوجز هنا أهم الخصائص الجيومورفولوجية التى تشير إليها الخريطة على النحو التالى :-

١- يرتفع السطح فى الجزء الشرقى حيث يظهر تل طولى الشكل ذو قمة مستوية، متوسط ارتفاعه عشرة أمتار فوق مستوى سطح البحر، وأقصى ارتفاع له ١٨ متراً وذلك فى جزئه الشمالى الشرقى، ينحدر شرقا نحو البحر انحدارا شديداً.



شكل رقم (١١٣) مورفولوچية جزيرة سفاجا

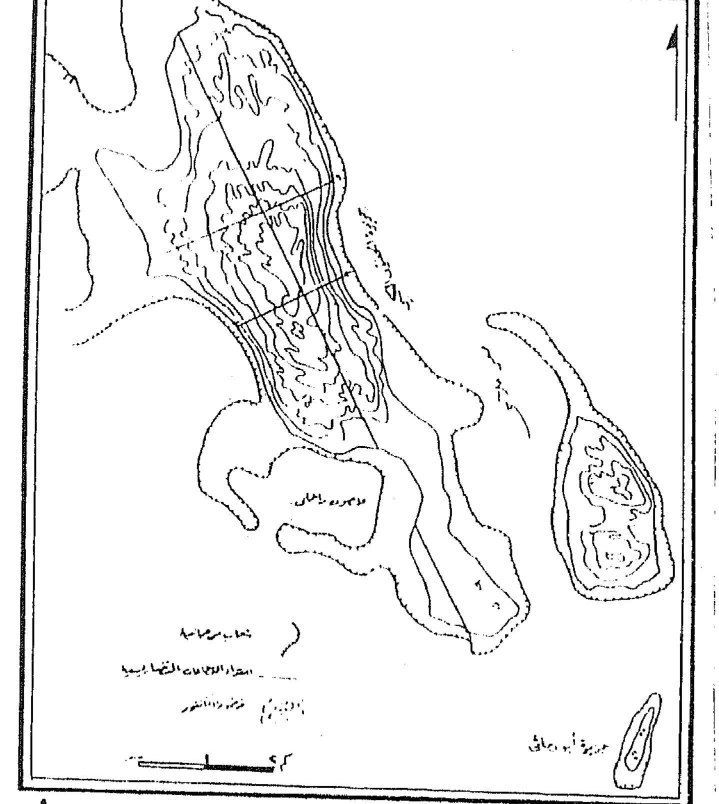
أما بقية سطح الجزيرة فيتراوح منسوبه بين ثلاثة وتسعة أمتار فوق مستوى سطح البحر.

٢- يحيط بالجزيرة إطار مرجانى Fringing reeb إحاطة تامة، يتراوح اتساعه فى الجوانب الشرقية والغربية ما بين كيلو متر واحد وثمانية كيلو مترات، مع ظهور قنوات ومناطق عميقة داخل الإطار المرجانى فى الشرق.

٣- يلاحظ ظهور المسطحات السبخية فى الشمال الغربى من الجزيرة حول لاجون ضحل.

٤- يمكن تتبع طبيعة السطح من خلال نقط المناسيب، حيث يصعب رسم خطوط الكنتور بها لصغر مقياس الرسم واستواء السطح.

ز- تمثل الخريطة رقم (١١٤) جزيرتي الجفتون الكبير والجفتون الصغير بالبحر الأحمر.



شكل رقم (١١٤) جزيرتا الجفتون الكبير والجفتون الصغير بالبحر الأحمر

بالنسبة لجزيرة الجفتون الكبير يمكن أن نلاحظ من الخريطة ما يلي:-

١- تمتد الجزيرة في شكل طولي من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي وتبلغ مساحتها ١٨ كيلو متر مربع.

٢- يتميز سطحها بالارتفاع في معظم أجزائه خاصة الجزء الأوسط، بينما ينخفض السطح بشكل كبير في طرفها الجنوبي الضيق، حيث تغطي برواسب رملية من مفتتات جيرية ومرجانية.

٣- عملت خطوط الصدوع والأودية على تقطيع سطح الجزيرة خاصة في الجانب الشرقي بحيث تظهر مجموعة من القمم المنفصلة عن بعضها كبقايا لمنطقة تقسيم مياه سابقة

كانت تمتد بشكل متصل بمحور شمالى غربى/ جنوبى شرقى، وهكذا يبدو السطح فى شكل سلسلة من التلال الجرداء فى الشمال والوسط أعلاها منسوبا يبلغ ارتفاعه ١١٩ متراً.

٤- ينحدر سطح الجزيرة فى جميع الاتجاهات بدرجات متباينة، فهو انحدار هين فى اتجاه الشمال الغربى، ما بين درجتين وأربع درجات وانحدار شديد (٣٠- ٣٥ درجة) نحو الشرق وأقل من ذلك قليلا نحو الغرب، بينما يقل الانحدار فى الطرف الجنوبى إلى أقل من درجة واحدة.

٥- يحيط بالجزيرة إطار مرجانى إحاطة تامة مع اختلاف اتساعه من قطاع إلى آخر فيقل عرضه فى الشمال الشرقى بشكل واضح (لماذا؟) بينما يتسع نحو الشمال الغربى وحول الطرف الجنوبى- يلاحظ تكون لاجون داخلى تطوقه الأطر المرجانية أمام الساحل الجنوبى الغربى-.

أما جزيرة جفتون الصغير تبلغ مساحتها ثلاثة كيلو مترات مربعة، وتظهر من الخريطة بيضية الشكل طولها ٢,٧٥ كيلو متر ومتوسط عرضها كيلو متر واحد، ويبلغ طول سواحلها ثمانين كيلو متراً.

يتضح من خطوط الكنتور أنها جزيرة مرتفعة تبدو من بعيد فى شكل تل يبلغ ارتفاعه ١٠١ متر وتظهر القمة عند منتصف جانبها الشرقى، بينما تنحدر جوانبها انحداراً شديداً نحو البحر.

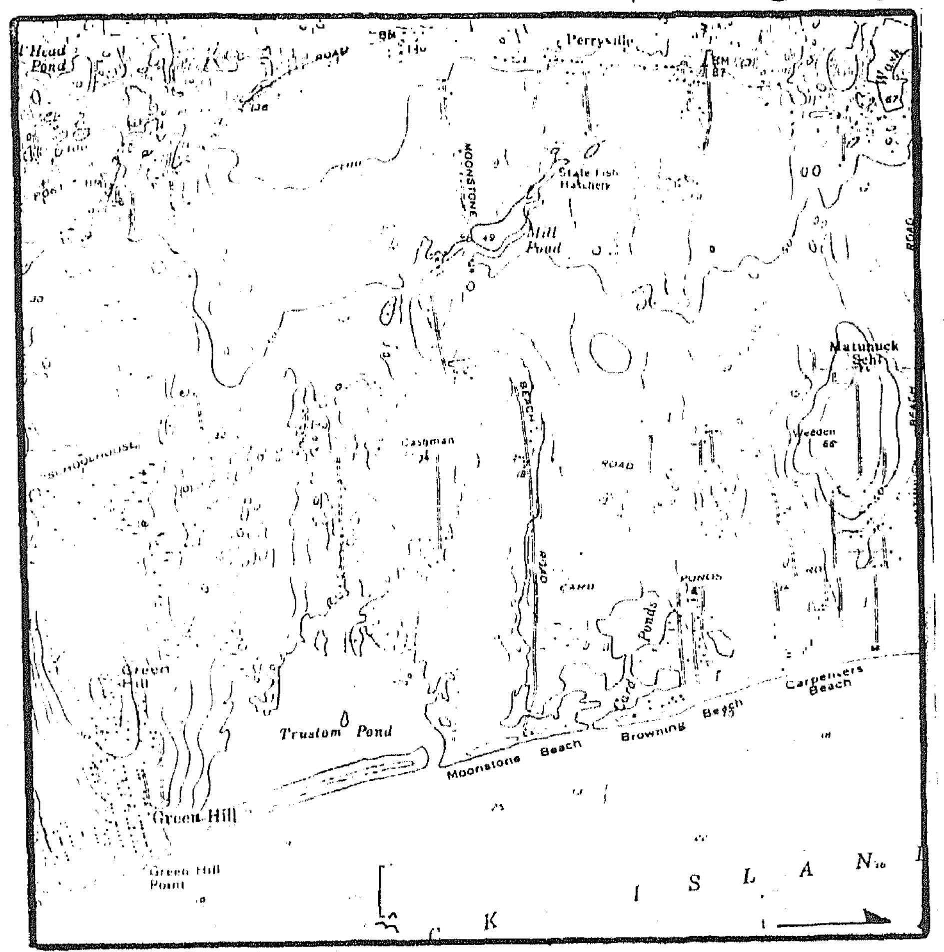
وتحاط بشعاب مرجانية تمتد أمام ساحلها الشمالى الغربى لمسافة أكثر من كيلو مترين ونصف، بينما يتميز الإطار المرجانى الشرقى بضيقه الواضح.

وتظهر بالخريطة السابقة رقم (١١٤) إحدى الجزيرات الصخرية الصغيرة، تقع إلى الجنوب الغربى من الجفتون الصغير بنحو ١٤ كيلو متر تبلغ مساحتها ٢و كم٢، وطولها ١,٢ كيلو متر بمتوسط عرضى ١٢٠ متراً، ويبلغ طول سواحلها كيلو مترين ونصف.

يتميز سطحها باستوائه وانخفاضه، يبلغ أقصى ارتفاع بالجزيرة ١٩ متراً وذلك فى بروزها الشمالى الضيق.

يحيط بسواحل الجزيرة (أبو رماثى) إطار مرجانى تبلغ جملة مساحته نحو نصف كيلو متر مربع.

ح - توضح الخريطة رقم (١١٥) جزءاً من ساحل رودايلاند الأمريكية.



شكل رقم (١١٥) جزء من ساحل رود أيلاند المنخفض فى نيو انجلند الأمريكية

يمكن أن يلاحظ منها ما يلى :-

١- ظهور الكيم والقدور الجليدية فى أقصى الجنوب الغربى مع بعض مظاهر التعرية الجليدية الأخرى.

ب- اللاجونات الساحلية- ترستون بوندو - وكارديوند) تفصلها حواجز ضيقة يظاهرها ساحل منخفض متدرج كما يتضح ذلك من تباعد خطوط الكنتور.

جـ- اقتراب خط أعماق ١٨م من الساحل.



الفصل الثامن

الأشكال الأرضية المرتبطة بالتعرية الجليدية

مقدمة:

يمثل الجليد واحداً من العوامل النشطة في تشكيل سطح الأرض في كثير من مناطق العروض العليا خاصة المناطق الجبلية وما يحيط بها من سهول.

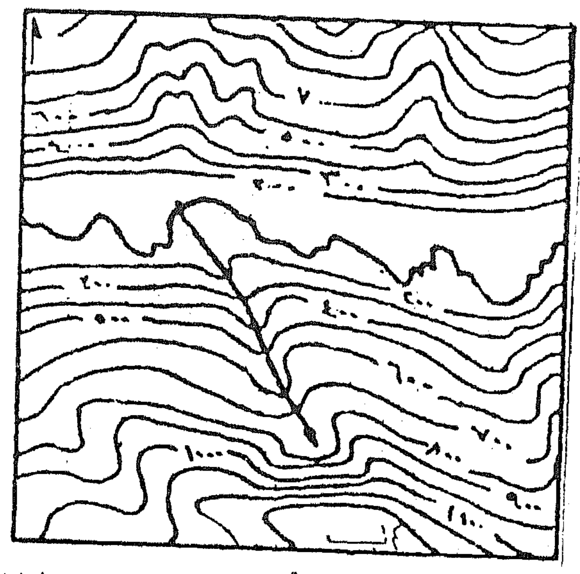
ففي المناطق الجبلية المرتفعة نجد أن معظم التساقط عبارة عن ثلوج Shows تسقط خلال شهور الشتاء، وقد تحتفظ بطبيعتها خلال شهور الصيف لتتراكم فوقها ثلوج الشتاء التالي، وهكذا تزداد كمية الثلوج المتراكمة بشكل مضطرد.

وعادة ما يتم تراكم الثلوج على سفوح قليلة أو متوسطة الانحدار، أما السفوح شديدة الانحدار فإنها لا تستطيع أن تحتفظ بالثلوج المتراكمة فوقها مع زيادة معدلات التراكم السنوى ومن ثم فإنها كثيرا ما تكون مصدراً للانهيارات الجليدية Avalanches التى تعمل بدورها على تراكم الثلوج فى مناطق منخفضة عند أقدام السفوح شديدة الانحدار، ومع زيادة التراكم الثلجى فى هذه المناطق المنخفضة يزداد الضغط على الطبقات الثلجية السفلية مما يؤدى إلى اندماجها وتحولها إلى جليد Ice ، ويطلق على المنطقة البينية المنخفضة التى يتراكم بها الجليد حوض جليدى Neve أو Firn، ومع تحرك الجليد وما تحمله من مفتتات صخرية يتعمق الحوض ويزداد طولاً بشكل تدريجى لينتهى به الأمر فى شكل فجوة عميقة تفصلها عن فجوات عميقة أخرى حافات مسننة Seirrated Ridges نتجت أساسا عن عملية النحت الجليدى وعن إطالة هذه الفجوات التى تعرف بالحلبات الجليدية Cirques .

وعادة ما نجد سفحاً شديد الانحدار أسفل الحوض الجليدى Neve مباشرة مما يساعد على تحرك الجليد فى شكل نهر جليدى glacier تتميز جوانبه بشدة انحدارها ويتميز قاعه بالاستواء، وقد يصل سمك الجليد داخل واديه إلى أكثر من ١٠٠٠ متر مع اتساع يصل إلى خمسة كيلومترات أو أكثر.

وبطبيعة الحال تقل سرعة تحرك الجليد، حيث تبلغ سرعته القصوى إلى ١٩ متر فى اليوم، وجدير بالذكر أن سرعة الجليد وسط الوادى أكبر منها على الجانبين.

وتوضح الخريطة رقم (١١٦) أحد الأودية الجليدية بالعروض العليا يلاحظ منها اتساع الوادى بين خطى كنتور ٢٠٠ متر على الجانبين مع استقامة واضحة لجوانبه وشدة انحدار الجانبين نحو قاع الوادى الجليدى، نلاحظ كذلك التقاء أحد الروافد (الوادى المعلق Hanging Valley) بالوادى الجليدى الرئيسى من الجانب الأيمن.[1]



شكل رقم (١١٦) أحد الأودية الجليدية بالعروض العليا

أولاً : أهم الظاهرات الناتجة عن النحت الجليدى بجانب ما سبق ذكره.

أ- الوادى المعلق Hanging Valley:

ويمثل أحد الروافد التى تلتقى بالنهر الرئيسى عند أعاليه يقع على منسوب أعلى من منسوب قاع الوادى الرئيسى، ويلتقى به عند منسوب مرتفع عن قاعه بحيث يبدو مصبه شديد الانحدار كما سوف يتضح ذلك بالتفصيل من تحليل الخرائط الكنتورية.

ب- الحوض الصخرى Rock Basin:

وهو عبارة عن حفرة فى القطاع الطولى للوادى الجليدى الرئيسى تتكون نتيجة لقدرة الجليد على الحركة إلى أعلى بسبب الضغط، وعادة ما ينتج عن هذه الحفرة بحيرات طولية ضيقة عندما ينصهر الجليد وتعرف بالبحيرات الشريطية Ribbon Lakes .

١- محمد صبرى محسوب، المرجع السابق، ١٩٨٣، ص ١٦٩.

جـ- الحلبات الجليدية Cirques والحافات المسننة والقمم الهرمية Pyramidal Peaks .

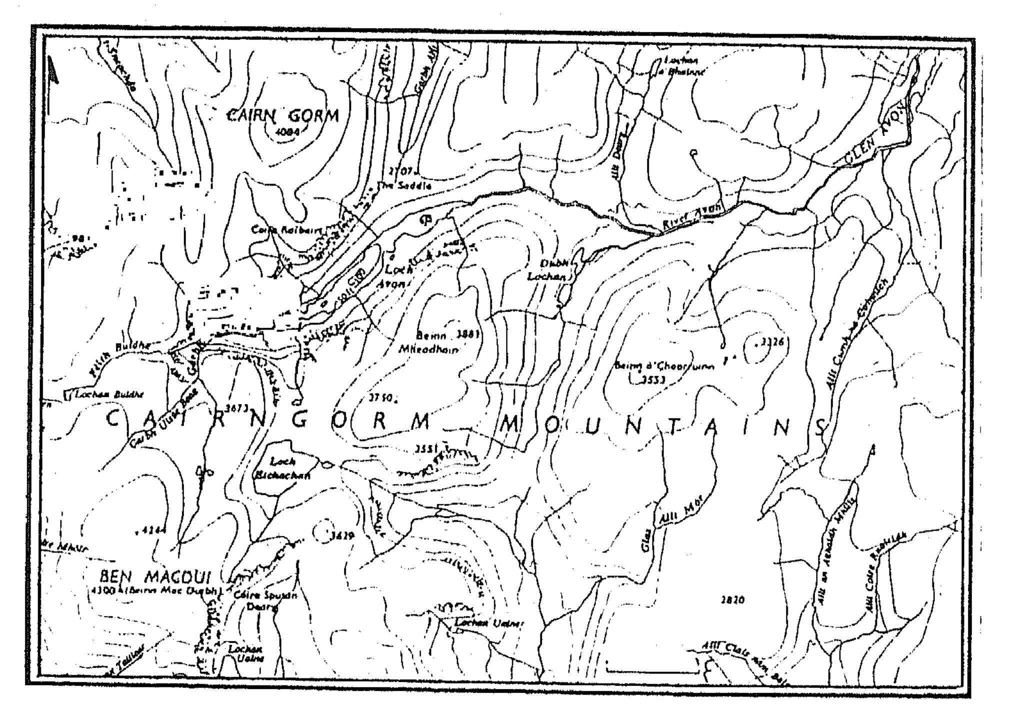
الحلبات كما ذكرنا من قبل عبارة عن حفر أولية توجد عند رؤوس الأودية الجليدية، عمل الجليد المتحرك على زيادة عمقها عند سفوح الجبال وهذه الظاهرة الجليدية تأخذ أسماءً محلية متعددة فهى تعرف فى ألمانيا باسم Kar وفى اسكندنافيا باسم Kjedal .

أما الحافات المسننة Seirrated Ridges فهى الحافات الحادة التى تفصل بين الحلبات الجليدية المتعمقة وتتميز هذه الحافات بشدة انحدار جوانبها.

واذا ما تجاورت أكثر من حلبة جليدية تنشأ قمم مثلثة أو هرمية الشكل.

وفيما يلى بعض الخرائط الكنتورية التى تظهر العديد من الأشكال والملامح المرتبطة بالنحت الجليدى.

أ- تبين الخريطة التالية رقم (١١٧) منطقة تعرضت للنحت الجليدى عند أعالى نهر جلين أڤون Glen Avon فى بريطانيا، يمكننا أن نلاحظ من قراءتها التحليلية الملامح الجيومورفولوجية التالية:-



شكل رقم (١١٧) منطقة تعرضت للنحت الجليدى عند أعالى نهر جلين أڤون

١- النتوءات المقطوعة Truncated Spurs التى تطل على الوادى الرئيسى فى شكل جروف شديدة الانحدار، يرجع تكونها إلى نحت الجليد الذى أدى إلى استقامة واضحة لجوانب الوادى الجليدى، يلاحظ من الخريطة السابقة وضوح هذه النتوءات فيما بين مناطق التقاء الأودية المعلقة بالوادى الجليدى الرئيسى.

٢- الأودية المعلقة: يظهر من الخريطة العديد من الأودية المعلقة التى ترفد الوادى الرئيسى فى قطاعه الأعلى: لاحظ عدم تراجع خطوط الكنتور تجاه منابع هذه الروافد (الأودية المعلقة) خاصة قرب التقائها بالوادى الرئيسى، حيث تبدو فى شكل مساقط مائيةWater Falls عندما ينصهر الجليد.

٣- **البحيرة الشريطية** Ribbon Lakes :

تظهر عند المنابع العليا لنهر جلين أفون Glen Avon باتجاه عام نحو الشمال الشرقى- يلاحظ من الخريطة طولها المفرط وانحسارها فيما بين خطوط كنتور شديدة التقارب من بعضها، وقد نتجت هذه البحيرة كما سبق أن ذكرنا- نتيجة لقدرة الجليد على الصعود إلى أعلى عند حركته، وتبدو من الخريطة كجزء متسع من القطاع الطولى للنهر، وبطبيعة الحال تتكون فى حالة انصهار الجليد.

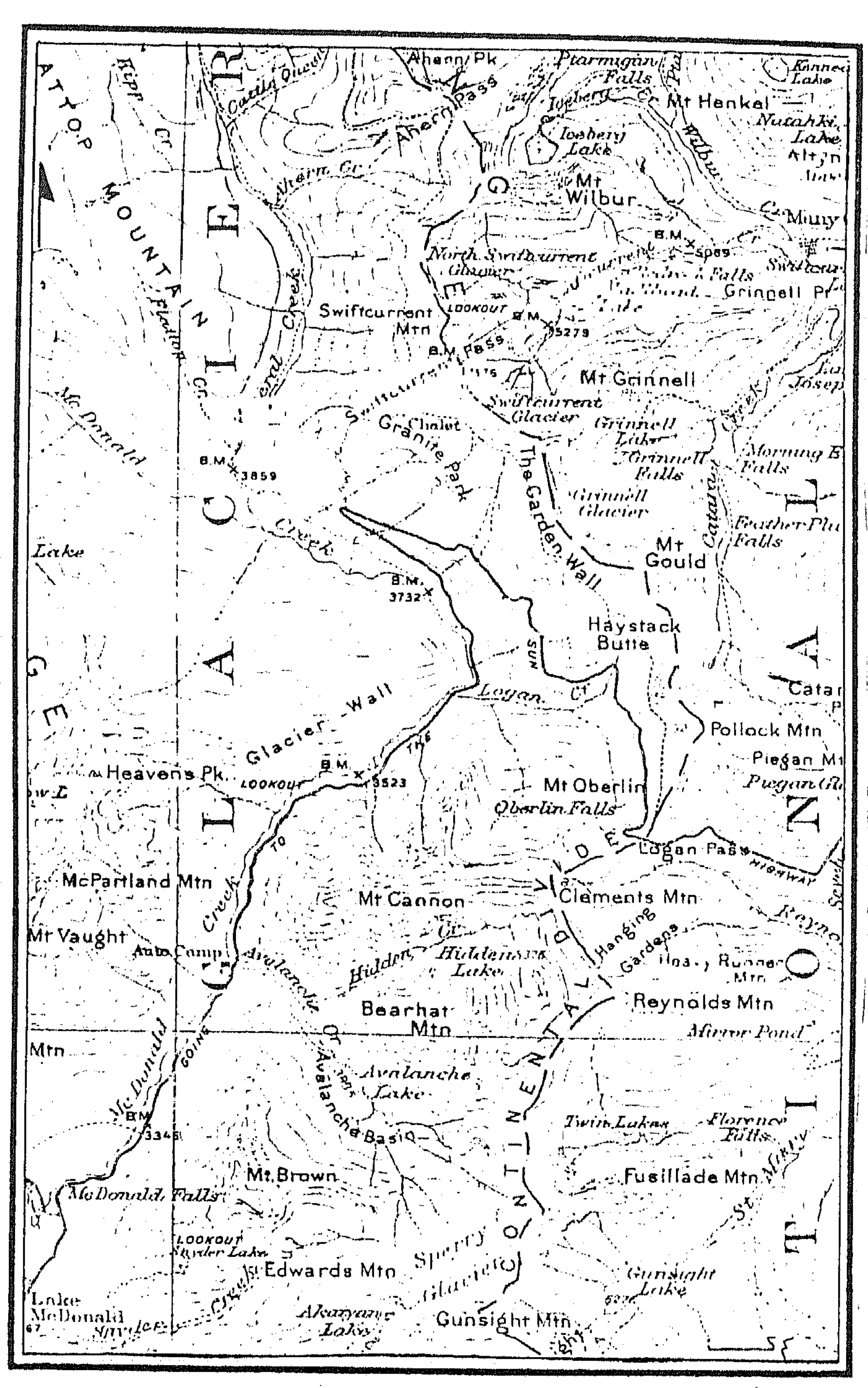
٤- يبدو القطاع الطولى لأى واد جليدى مستقيم مع شدة انحدار جوانبه نحو قاع شبه مستوى.

والتعرج الذى نراه فى مجرى النهر الرئيسى بالخريطة نتج فى الواقع بسبب ما تعرض له من تعديل نتيجة لتعاقب عمليات التعرية النهرية بعد النحت الجليدى بحيث يطلق عليه ظاهرة من ظاهرات التعرية الجليدية النهرية Fluvio Glacial Phenomenon .

٥- يبدو القطاع العرضى للوادى الجليدى فى شكل حرف U وقد يفصل الوادى الجليدى عن وادى آخر يمتد فى نفس الاتجاه حافات حادة نتجت عن النحت الجليدى والانهيارات الجليدية التى تتعرض لها جوانب الأودية.

٦- تظهر بحيرة مستديرة تمثل فى واقع الأمر إحدى الحلبات الجليدية وتبدو فى شكل حوض عميق نصف دائرى Semi Circular Empay Ment.

ب- تبين **الخريطة التالية رقم** (١٩٨) منطقة جبلية شمالى غرب ولاية مونتانا الأمريكية تعرضت للتعرية الجليدية تظهر بها جميع ملامح النحت الجليدى التفصيلية.



شكل رقم (١١٨) منطقة جبلية غرب مونتانا تعرضت للتعرية الجليدية

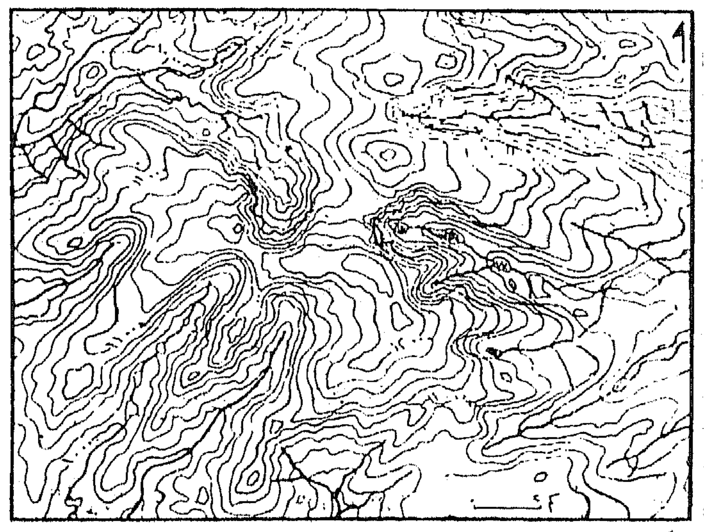
١- يظهر من الخريطة ملامح النحت الجليدى أهمها الأودية الجليدية التى تنبع من حلبات جليدية تحتلها الآن بحيرات مثل بحيرة السبرج شمالى شرق الخريطة التى ينبع منها نهر ايسبرج ويلبور وكذلك وادى نهر رينولدز ووادى سانت مارى وغيرها.

٢- تلتقى بالأودية السابقة أودية معلقة تمثل روافد لها يفصل بينها حافات مرتفعة تنحدر بشدة نحو الوادى الرئيسى.

٣- تظهر العديد من البحيرات التى تحتل مواضع الحلبات الجليدية تلتف حولها خطوط الكنتور فى شكل نصف دائرى مثل بحيرة أفلانش فى الجنوب، وبحيرة كندى فى الشمال الغربى، وبحيرة توينز فى الجنوب الشرقى، وبحيرة ايسبرج التى أشير إليها آنفاً وكل هذه البحيرات تعرف ببحيرات الحلبات الجليدية Cirques Lakes .

٤- تظهر بحيرات شريطية Ribbon Lakes تمتد على طول قطاع من الأودية الجليدية مثل بحيرة جوزمين فى الشمال الشرقى وجزء من بحيرة «دونالد» فى أقصى الجنوب الغربى.

جـ- تظهر **الخريطة التالية رقم (١١٩)** منطقة تسودها التعرية الجليدية شمال ولاية «ويومنج» الأمريكية تعيش مرحلة الشباب تظهر منها الأشكال التالية الناتجة عن النحت الجليدى.



شكل رقم (١١٩) منطقة تسودها التعرية الجليدية تعيش مرحلة الشباب

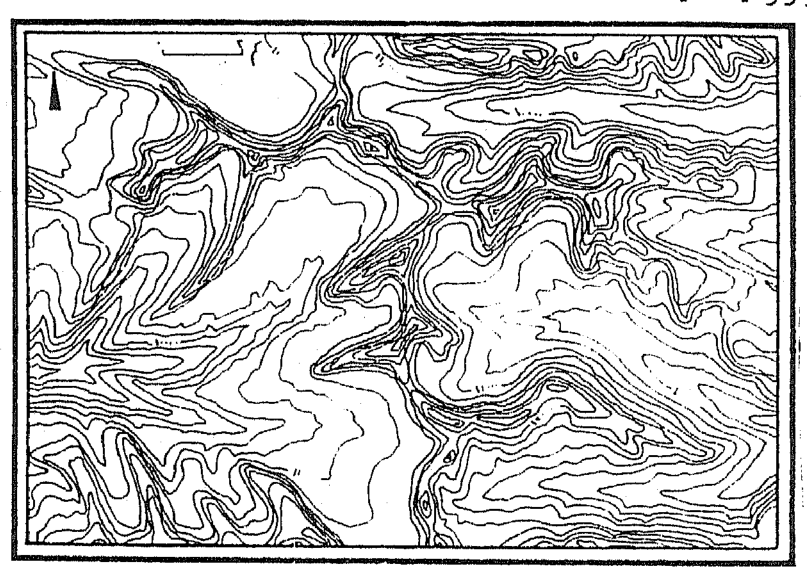
١ – سلسلة من الحلبات الجليدية تتميز بحوائط (حافات شديدة الانحدار) مع احتلال بحيرات لقيعانها.

٢ – تتميز القمم التى تفصل الحلبات عن بعضها بالاستدارة نتيجة لعمليات الصقل بفعل الجليد.

٣ – تنساب من الحلبات الجليدية أودية جليدية واضحة المجارى تلتقى بروافد معلقة Hanging Valleys.

٤ – يبلغ الفاصل الرأسى بالخريطة (الفاصل الكنتورى) ٢٥٠ قدم.

د – توضح الخريطة التالية رقم (١٢٠) جزءاً من سلسلة جبال يونيتا الكبرى شمال ولاية «يوتاه» الأمريكية تعيش مرحلة النضج فى دورة التعرية الجليدية تظهر منها الملامح الجيومورفولوجية التالية :–



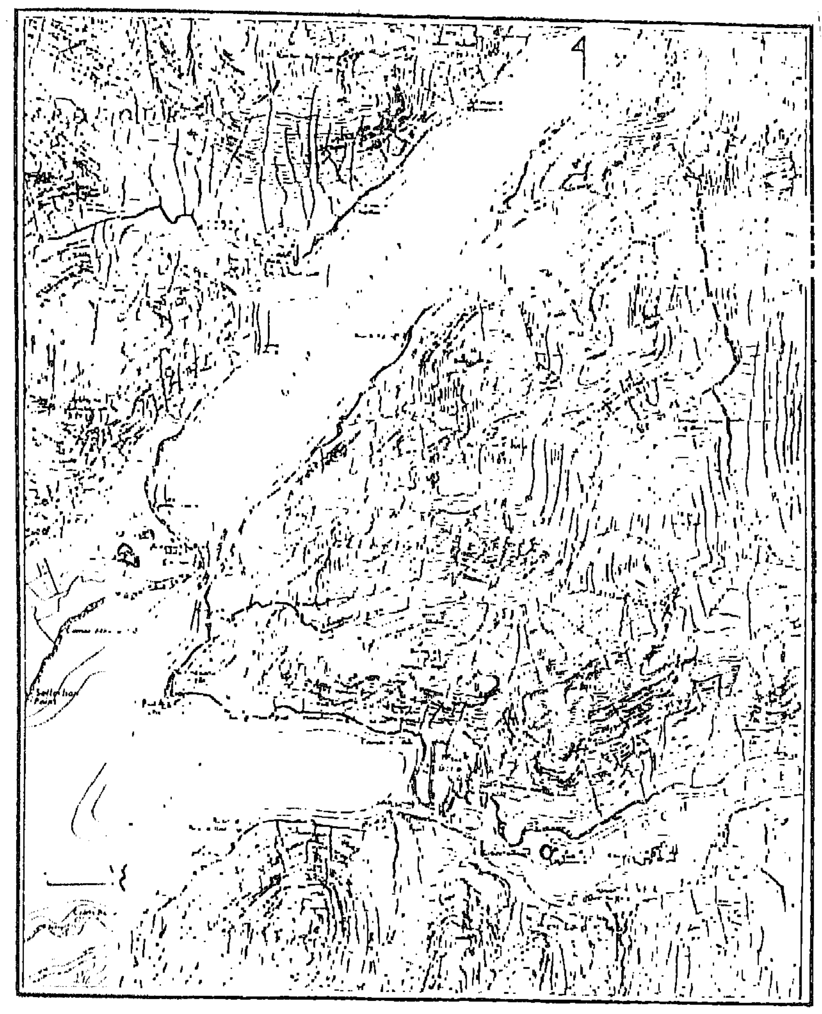
شكل رقم (١٢٠) جزء من سلسلة جبال يوئينا الكبرى
فى ولاية يوتاه تسودها التعرية الجبلية

١ – حلبات جليدية ذات قيعان مستوية نسبيا.

٢ – يفصل بين الحلبات الجليدية وبعضها حافات مسننة أضيق من تلك الحافات التى أظهرتها الخريطة السابقة رقم (٩٩).

٣- تظهر قطاعات الأودية - التى تنبع من الحلبات الجليدية - بضيقها ومظهرها الخانقى خاصة عند منابعها العليا (مخارجها من الحلبات الجليدية).

هـ- توضح **الخريطة التالية رقم** (١٢١) ساحل فيور لوخ لينه Loch Linhe باسكتلندا بمقياس رسم ١: ٦٣٣٦٠ (١,٦ سم/ ١كم) بفاصل كنتورى ٥٠ قدما، يتميز هذا الساحل بكثرة الملامح والأشكال المرتبطة بالنحت الجليدى إلى جانب تأثره بالصدوع وهو فى ذلك يشبه كثيرا العديد من قطاعات السواحل الاسكتلندية الغربية وكذلك سواحل كولمبيا البريطانية وسواحل النرويج وسواحل شيلى الجنوبية الغربية وسواحل جنوب غرب أيسلندا.



شكل رقم (١٢١) ساحل فيورد لوخ لينه باسكتلندا

ويمكننا أن نلاحظ من الخريطة الخصائص والملامح الجيومورفولوجية التالية:-

١- استقامة نسبية لقطاعات الفيوردات.

٢- تتميز الشواطئ بشدة انحدارها نحو البحر مع عدم وجود أى فرصة لامتداد سهل ساحلى.

٣- تتميز بعمق المياه الشاطئية بحيث يظهر جليا الشكل المميز للفيوردات والذى يأخذ قطاعه العرضى حرف U.

٤- مع الضيق الشديد للساحل، توجد مساحات محدودة مغطاة برواسب فيضية فى مواضع منخفضة المنسوب.

٥- تتميز المنطقة ككل بوضوح آثار التعرية الجليدية Glacial erosion يظهر ذلك من خلال وضوح الحلبات الجليدية والحافات التى تفصلها عن بعضها.

٦- يلاحظ وجود بحيرات شريطية تمتد محاورها من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى فى موازاة الفيورد الرئيسى.

٧- يلاحظ الكثافة المرتفعة لنظم التصريف المائى بالمنطقة مما أدى إلى تقطع سطح المنطقة بجانب تعرضها للتصدع مما ساعد على زيادة أثر عمليات النحت الجليدى وعمليات التعرية النهرية التالية.

ثانيا: الأشكال والملامح الناتجة عن الإرساب الجليدى.

مقدمة:

تترسب المواد المنحوتة من الجبال بواسطة الأنهار الجليدية إما فى مجرى الوادى نفسه أو عند مصبه، وتتجه هذه الرواسب عند المصب إلى التراكم فى شكل حافة طولية تسمى بالركام النهائى End Msrains يؤدى تراكمه إلى حجز المياه أمامه (باتجاه منبع النهر الجليدى) مكونا بحيرة حوضية ومع استمرار الترسيب بقاع هذه البحيرة فإنها تتلاشى فى النهاية تاركة سهلاً بحيرياً بقاع الوادى.

ومن مظاهر الإرساب الجليدى فى الأراضى السهلية المنخفضة ما يعرف بالركام الأرضى Ground Morain أو بسهل التل Till- Plain يتميز مظهره العام بتموجه وظهور انبعاجات وتقعرات خفيفة فوق سطحه.

وتوجد ظاهرة أخرى تعرف بالكثبان الجليدية أو الدروملينز Drumlins تظهر فى تجمعات قد تعلو سطح الركام النهائى، يبدو مظهرها العام فى شكل تلال منخفضة مستديرة أو قبابية متباينة فى أحجامها وأبعادها، قد يصل طول بعضها إلى نحو الكيلو مترين، بارتفاع مائة متر، وعادة ما تمتد محاورها فى اتجاه تحرك الجليد.

ومن مظاهر الإرساب الجليدى كذلك الصخور الضالة Erratics- Rocks وهى عبارة عن كتل صخرية كبيرة الحجم نقلت بواسطة الجليد لمسافات بعيدة ليتم ترسيبها بعيدا عن مصادرها الأصلية تدل الخدوش التى تكثر بها على أثر احتكاك الجليد بها.

وتوجد ظاهرة إرساب جليدى أخرى مميزة تعرف بظاهرة الإسكرز Eskars وهى عبارة عن حافة طولية الشكل تتكون من الرمال الخشنة Coarse Sands والحصى Gravels يطلق عليها أحيانا تعبير أوزر Osar يبدو أنها من نتاج عـمليات ترسيب جليدى نهرى Glacis Fluvial Deposition .

ومن ظاهرات الإرساب الجليدى أيضا ظاهرة الكام Kames وهى عبارة عن تلال تعرف أحيانا بدالات الكام وتتكون من دبوات متموجة مكونة من الرمال والحصى ترسبت فى شكل مخروطات Cones أو دالات مروحية Arcuate Deltas غير منتظمة تنتشر كثيرا فى سهول أمريكا الشمالية وشمالى غربى أوربا، وتتميز بوجود تجويفات ومنخفضات ضحلة على طول امتداد قممها (جودة حسنين، ١٩٨، ص ٤٥٢).

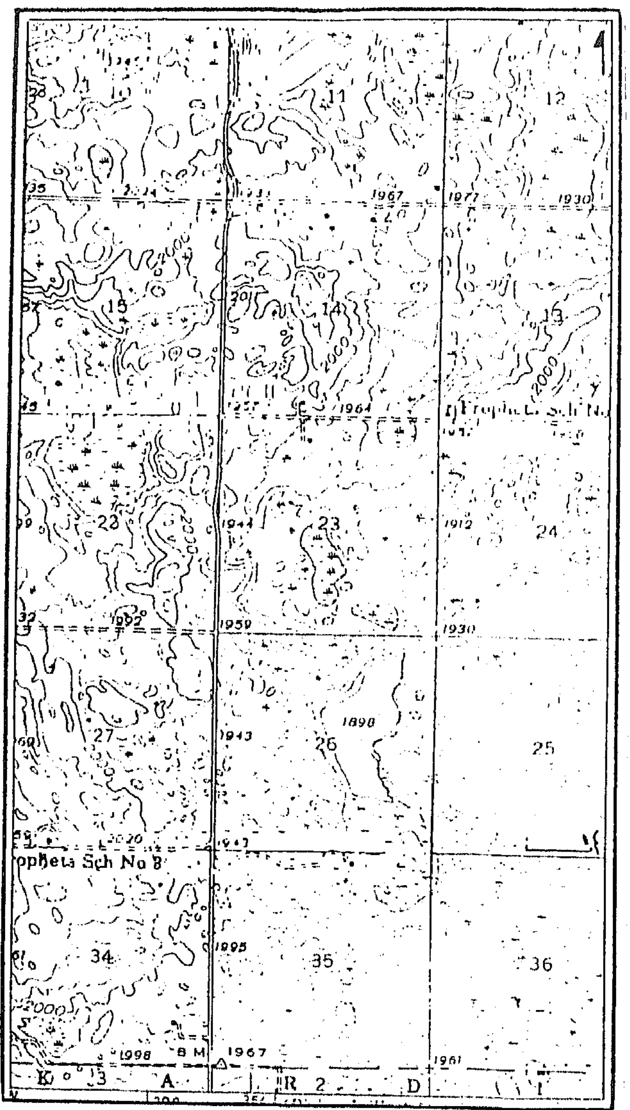
ويعرف المظهر المورفولوجى هنا بتضاريس الكام.

ويمكن تفهم الملامح والأشكال الناتجة عن عمليات الإرساب الجليدى من تحليل الخرائط التالية:

أ- تبين **الخريطة التالية رقم** (١٢٢) جزءاً من منطقة سهلية بولاية «نورث داكوتا» الأمريكية من لوحة بمقياس رسم ١ : ٦٢٥٠٠ وبفاصل كنتورى قدره ٢٠ قدما.

يمكننا أن نلاحظ منها ما يلى:-

١ -أن طوبوغرافية الركامات النهائية تغطى الجزء الأعظم من المنطقة التى تمثلها الخريطة.



شكل رقم (١٢٢) جزء من منطقة سهلية مرتفعة فى ولاية نورث داكوتا الأمريكية

٢- تظهر خلال منطقة البحيرات قنوات جليدية على ارتفاعات تصل إلى ١٨٩٢ قدما باتجاه الجنوب الغربى.

٣- انتشار ظاهرة التلال العشوائية (تلال الكام) فى جنوب المنطقة.

٤- تظهر فى معظم أجزاء الخريطة ظاهرة القدور Kettels أو المنخفضات الضحلة.

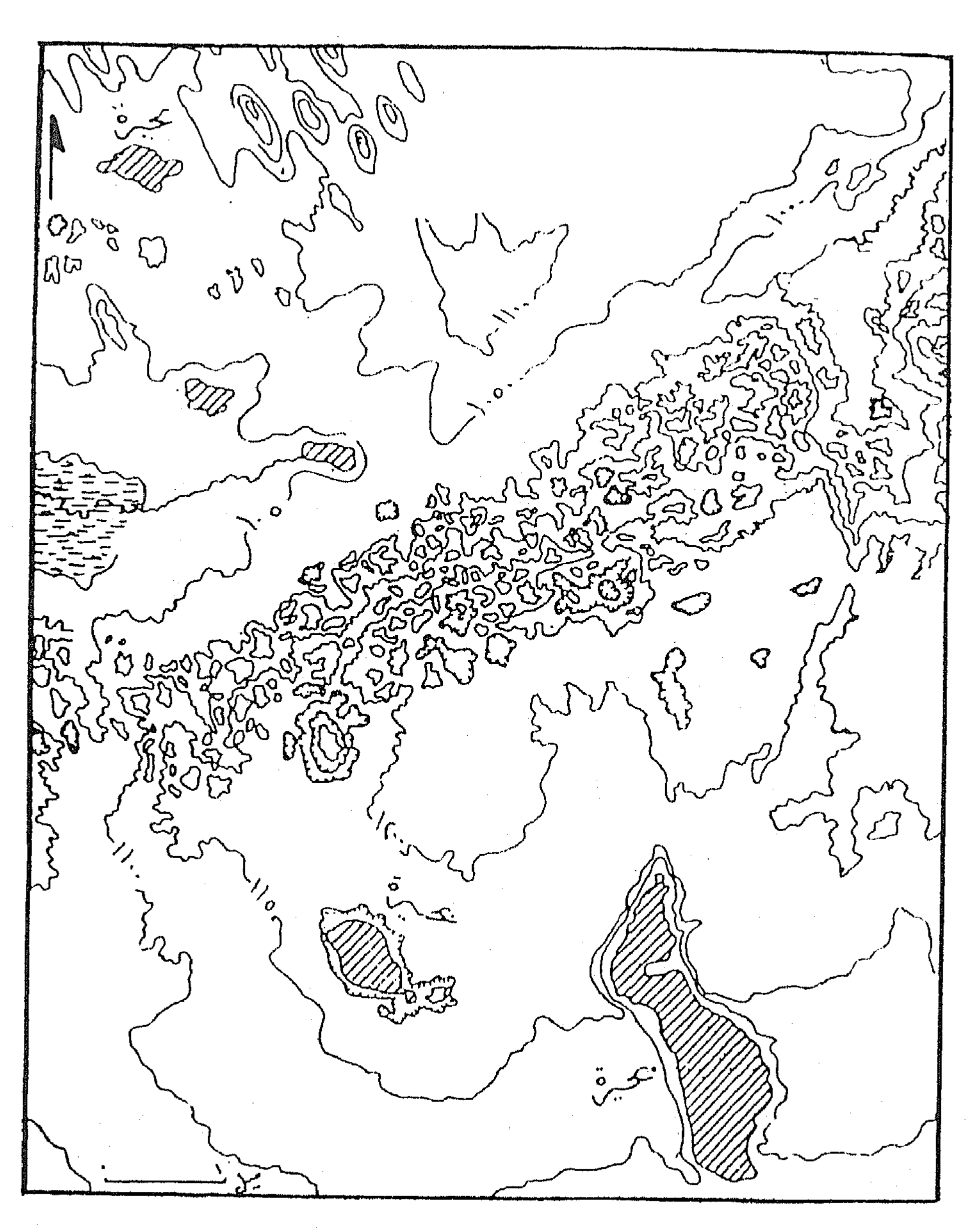
٥- تمثل البحيرات الموجودة المناطق المنخفضة التى انساب نحوها الجليد بعد انصهاره.

٦- فى أقصى شمال غرب الخريطة يسود تماما طوبوغرافية الانبعاجات والتقعرات Swelland Swale Topograply.

ب- يظهر من الخريطة التالية رقم (١٢٣) الظاهرات حافة إسكر Eskar تعرف باسم إنفيلد هو رسباك تمتد بشكل طولى واضح، لاحظ منها الخصائص المميزة لظاهرة الحافة الجليدية الطولية الناتجة عن الارساب الجليدى النهرى، لاحظ كذلك التعرجات الخفيفة بقطاعها الطولى الناتج عن أثر المياه الجارية بعد انصهار الجليد.

شكل رقم (١٢٣) حاجز أسكر يعرف باسم انفيلند هورسباك

جـ- توضح الخريطة التالية رقم (١٢٤) منطقة تنتشر بها الركامات الجليدية النهائية End Or Terminal Morains فى شكل رواسب صخرية مفككة نتجت عن الترسيب الجليدى عند نهاية النهر الجليدى، ويتوقف ترسيبها على حمولة النهر الجليدى من الرواسب، وعلى قدرته على نحت الصخور بنفس الدرجة من السرعة التى تتراكم بها وكذلك على الفترة التى تمكثها جبهة الجليد المتقدم دون انصهار.



شكل رقم (١٢٤) منطقة تنتشر بها الركامات النهائية والبحيرات الجليدية

ويمكننا أن نلاحظ من الخريطة ما يلى:-

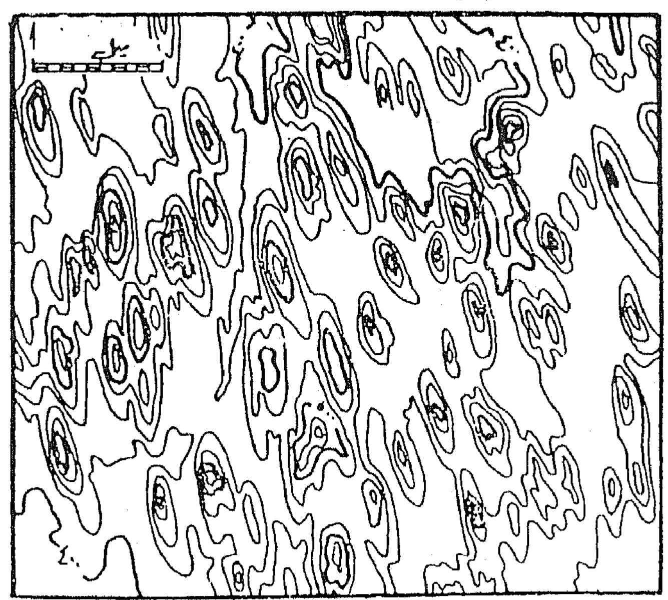
١- امتداد نطاق من الركامات النهائية من الشمال الشرقى باتجاه الجنوب الغربى.

٢- انتشار أعداد لا حصر لها من التلال الصغيرة والمنخفضات.

٣- يمتد إلى الجنوب الغربى من الخريطة سهل قليل الانحدار تظهر فوقه بحيرة جليدية طولية الشكل.

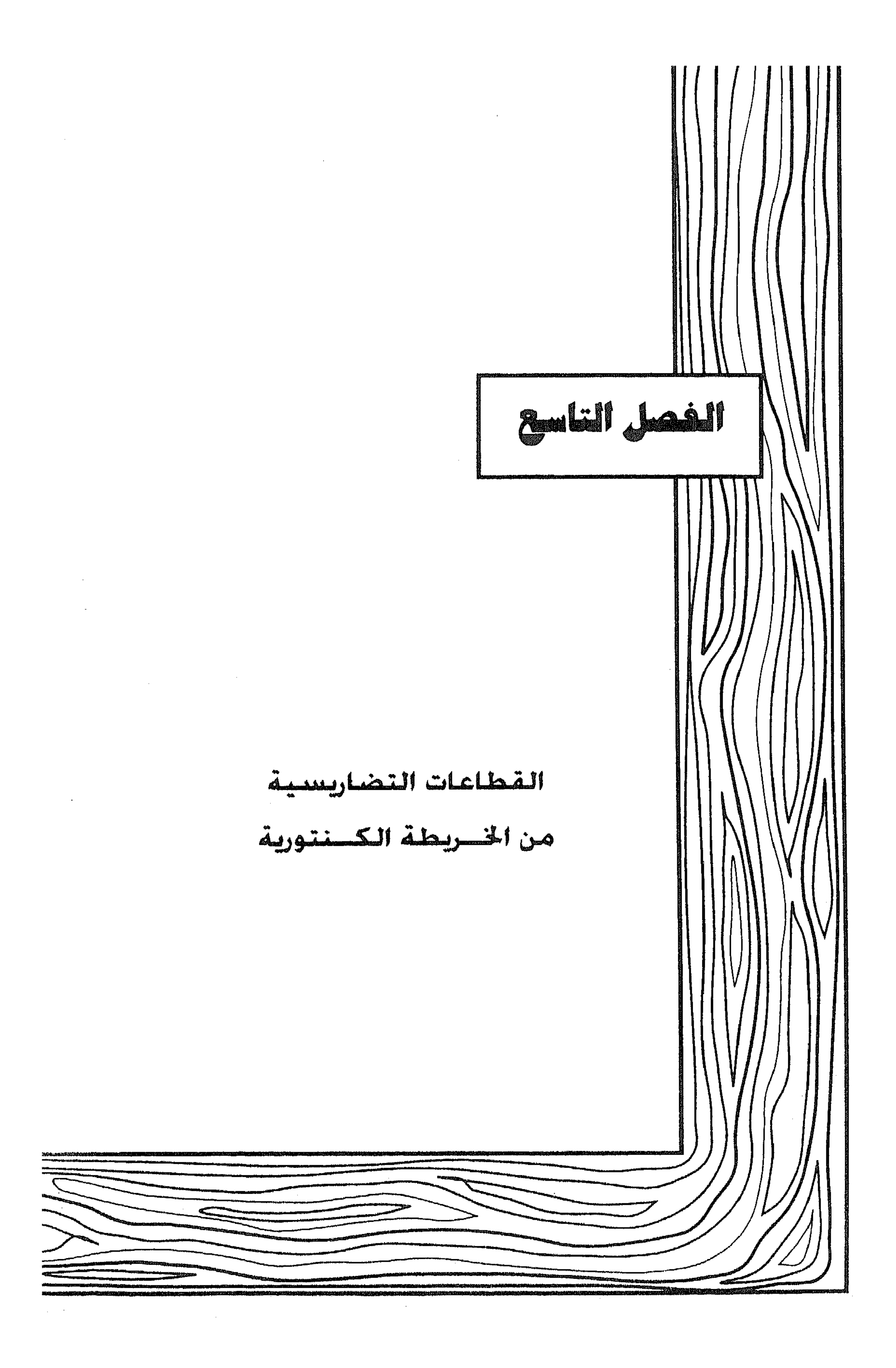
٤- تنتشر بالمنطقة المستنقعات والكثبان الجليدية.

جـ- يظهر من الخريطة التالية رقم (١٢٥) مجموعة كبيرة من الكثبان الجليدية Drumlins غرب ولاية نيويورك الأمريكية، تبدو فى شكل كروات طولية مكونة من جلاميد وصلصال، تمتد محاورها موازية لاتجاه تحرك الغطاء الجليدى المسئول عن ترسيبها، يصل ارتفاع بعضها إلى نحو ٩٠ متراً فوق منسوب سطح المنطقة التى تمتد فوقها، ويطلق على المظهر الذى تبينه الخريطة بتضاريس سلة البيض Basket Of Eggs Relief.



شكل رقم (١٢٥) مجموعة كبيرة من الكثبان الجليدية غرب ولاية نيويورك

وأشهر مناطقها توجد فى أيرلندا الشمالية وشمال انجلترا فى وادى «إن» وفى شمال الولايات المتحدة قرب ماديسون ويسكونسن وجنوب بحيرة أونتاريو وسط ولاية نيويورك وفى ولايتى منسوتا وساوث داكوتا.



الفصل التاسع

القطاعات التضاريسية
من الخــريطة الكــنتورية

مفهوم القطاع وأهميته:-

على الرغم من تنوع القطاعات التضاريسية إلا أنه يمكن القول بأنها لا تخرج عن كونها خط بيانى يمثل سطح الأرض، وقد عرف «طه جاد» القطاع بأنه يمثل الشكل العام لسطح الأرض بمناسيبه المختلفة على طول خط ما مستقيم وفى وضع أفقى أو رأسى أو مائل.

ويمكن تصنيف القطاعات التضاريسية طبقاً للتعريف السالف الذكر إلى ثلاثة أنواع هى كالتالى:-

١ - القطاعات التضاريسية المستقيمة:-

ومنها القطاع التضاريسى البسيط والمتداخل والمركب والبانورامى، ومع اختلاف أنواعها وما توضحه وطريقة إنشائها فإن شكل خط قطاع كل منها يأخذ الشكل المستقيم.

٢ - القطاعات التضاريسية المنحنية:-

وتسمى أحياناً القطاعات التضاريسية المتعرجة ويفيد هذا النوع من القطاعات فى إعطاء فكرة واضحة عن المجارى المائية، إذ توضح نقطتين هامتين هما:-

* القطاعات العرضية على القطاع الطولى للنهر.

* القطاعات الطولية للمجرى النهرى الرئيسى وروافده.

٣ - القطاعات البيانية:-

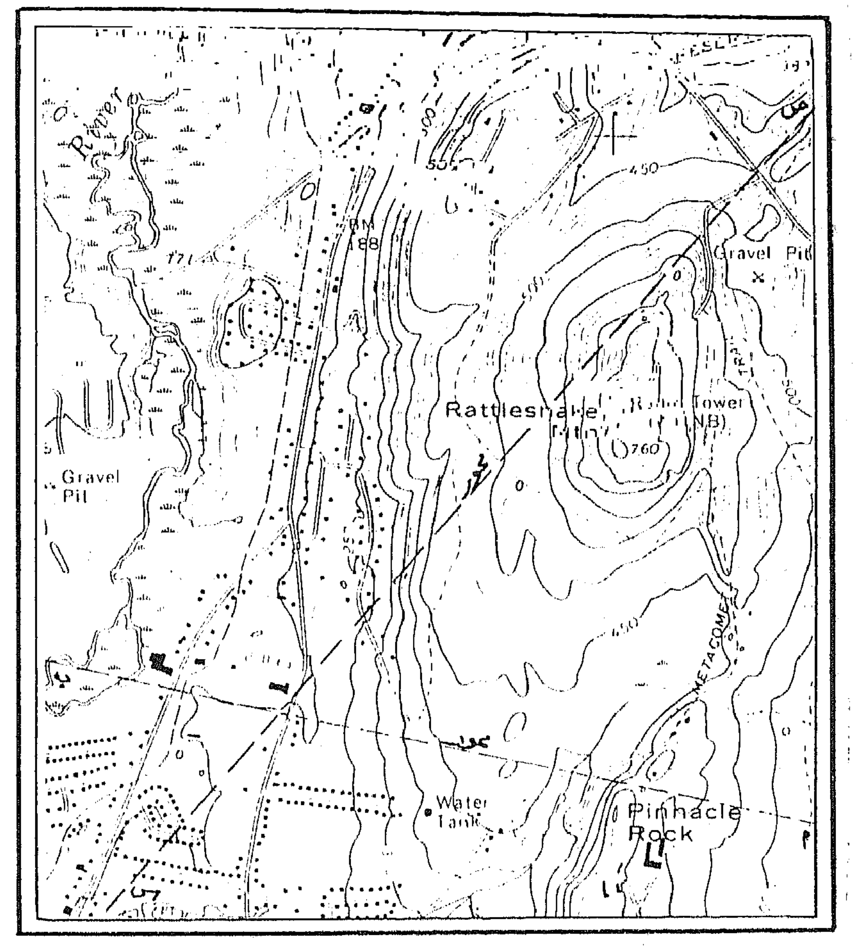
وتسمى أحياناً القطاعات المساحية ومنها المنحنى الهبسومترى والمنحنى الكلينوجرافى والمنحنى الإلتمتيرى.

وهى توضح بشكل عام أهم عنصرين بالخريطة الكنتورية وهما الاستواء والانحدار وتعتمد فى دقة رسمها على معرفة المساحة المحصورة بين كل خط كنتوروآخر معرفة دقيقة.

وبصفة عامة فينبغى أن تكون الخرائط التى يُصمم من خلالها القطاع - بغض النظر عن اختلاف نوعه - خرائط دقيقة معبرة تعبيراً كاملاً عن البيانات ولا يشوبها التشويه الكرتوجرافى فهذا سيؤثر ولا شك على تصميم القطاع وتحليله، كما ينبغى عند اختيار خط

القطاع التضاريسى أن يكون ممتدا على طول محاور الظاهرات الجيمومورفولوجية المطلوب توضيحها.

أنظر الشكل رقم (١٢٦) والذى يوضح محور رئيسى لظاهرات جيمومورفولوجية مختلفة بالخريطة ولعل أهمية القطاعات التضاريسية تكمن فى إعطاء صورة واضحة ودقيقةعن معالم سطح الأرض التى توضحها الخريطة الكنتورية وإبراز مدى الاستواء فى السطح، وتوضح أيضا التفاوت فى درجات الانحدار ومن هنا يمكن الاعتماد عليها فى مجال الدراسات التطبيقية أو الجيمومورفولوجية بالإضافة إلى كونها وسيلة أساسية لتدريب الطلاب وتنمية قدرتهم على استخلاص المعلومات من الخرائط.



شكل رقم (١٢٦) محور رئيس لظاهرات جيمومورفولوجية مختلفة

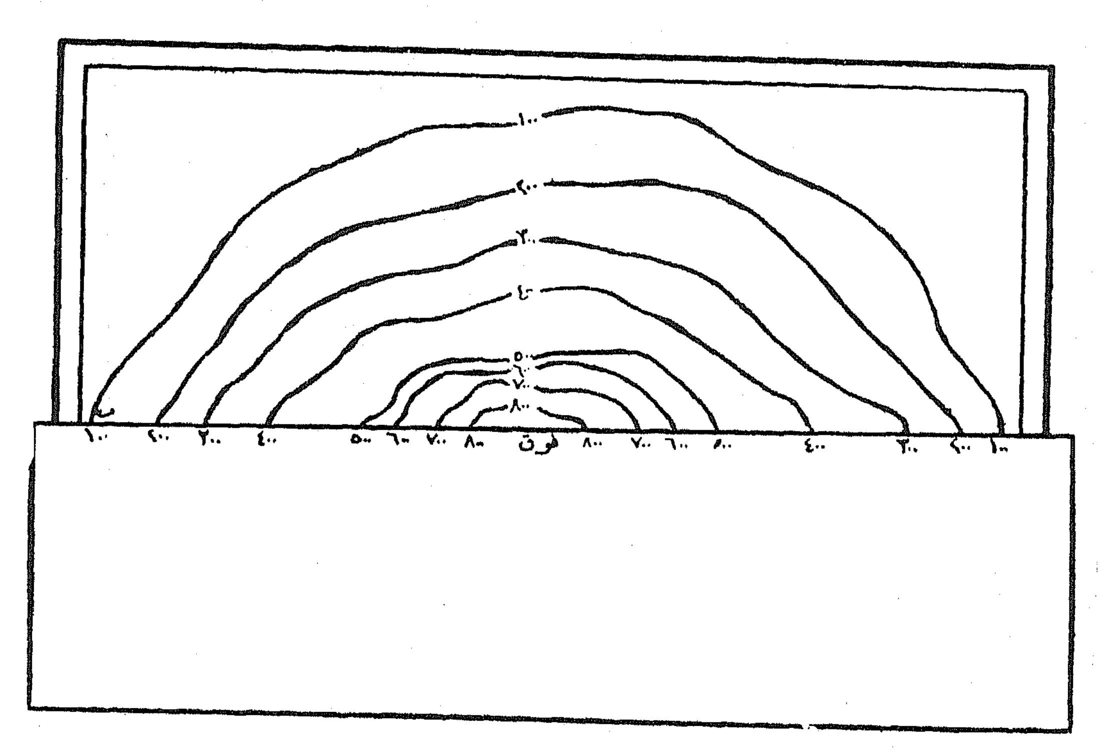
وفيما يلى عرض تفصيلى لكل نوع منها:

أولا- القطاعات التضاريسية المستقيمة:-

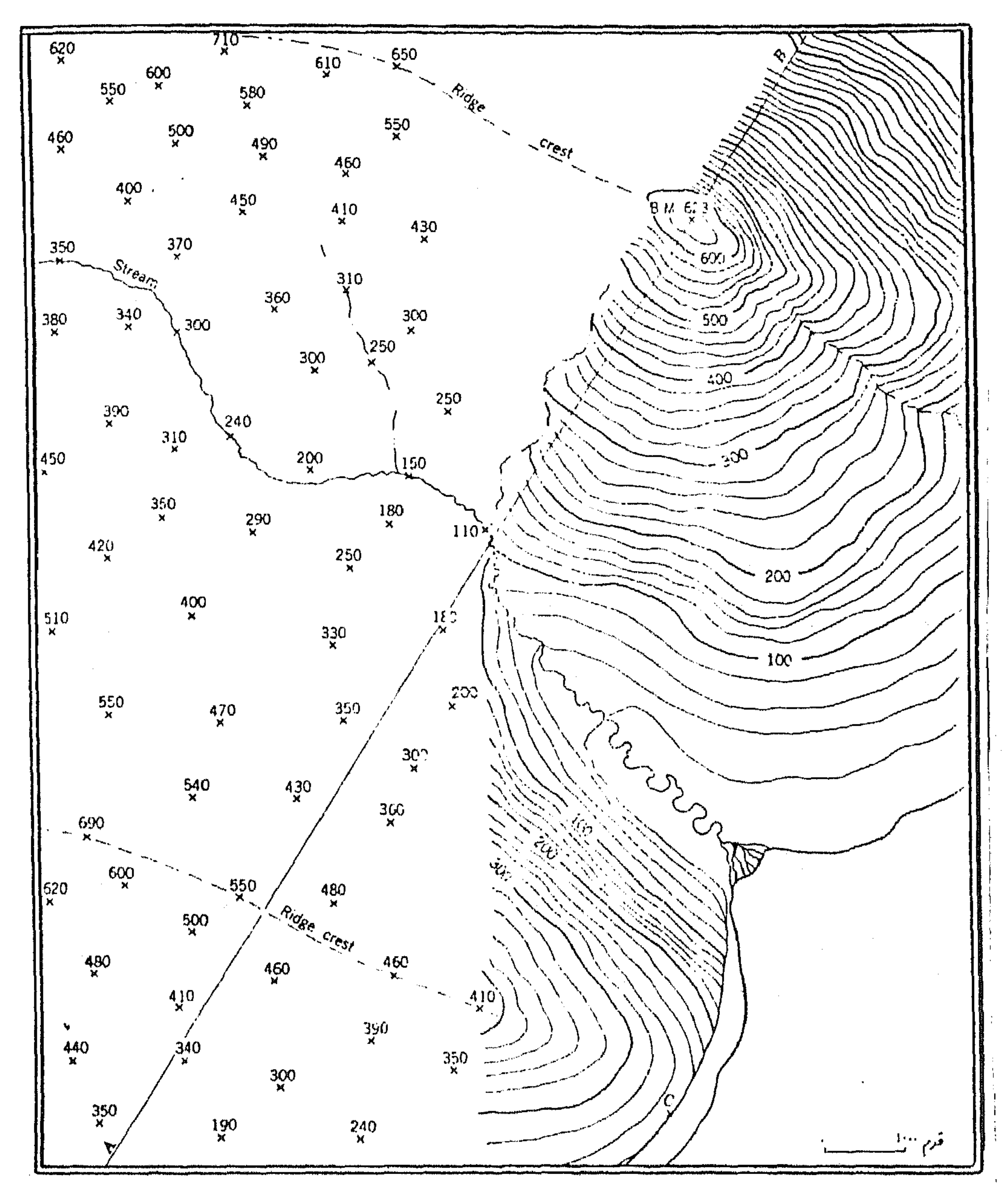
أ- القطاع التضاريسى البسيط:- وهو شكل نظرى إنشائى يبلور صورة التضاريس على طول خط القطاع بطريقة أكثر وضوحاً مما تظهره الخريطة الكنتورية نفسها، كما أنه محدد بالمستقيم الواصل بين نقطتين محددتين على الخريطة الكنتورية، ولتصميم هذا القطاع نتبع الخطوات التالية:-

١ - إحضار ورقة ذات حافة مستوية تماماً وتوضع على الخريطة الكنتورية بحيث تنطبق حافة الورقة مع خط القطاع الواصل بين النقطتين المراد عمل قطاع تضاريسى بينهما.

انظر الشكل رقم (١٢٧، ١٢٨).

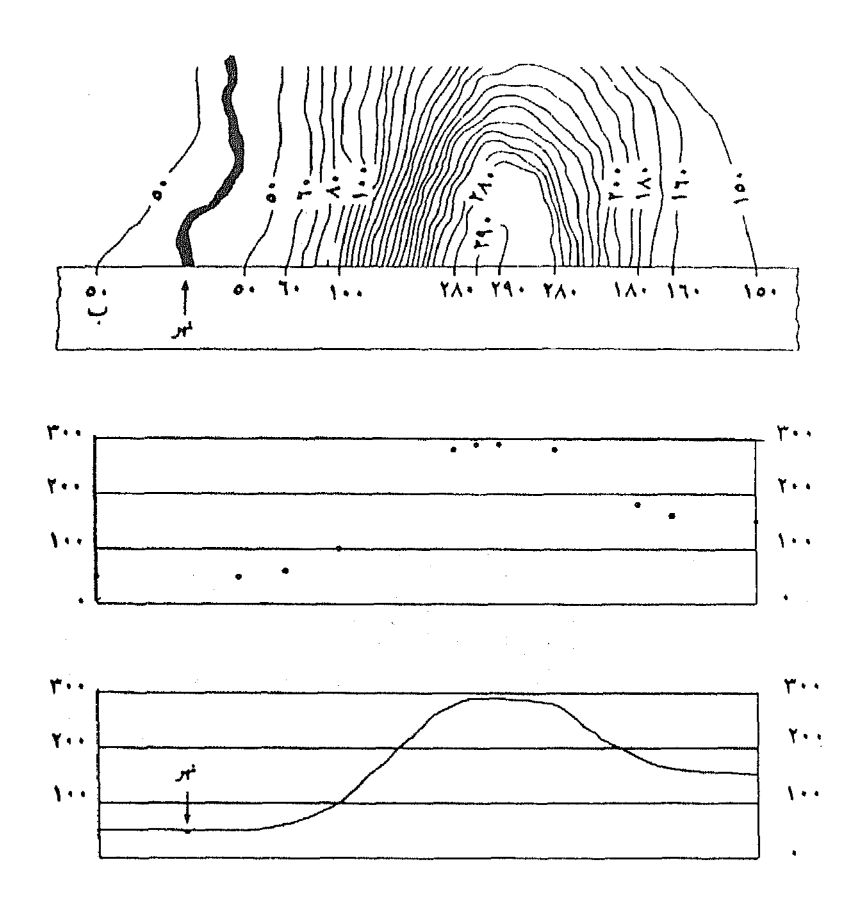


شكل رقم (١٢٧) وضع الورقة فوق الخريطة الكنتورية



شكل رقم (١٢٨) خط القطاع الواصل بين نقطتين

٢- يتم تحديد نقط تلاقى حافة الورقة مع خطوط الكنتور ويُسجل عند كل نقطة تلاقى منسوب خط الكنتور الخاص بها . **انظر الشكل رقم (١٢٩)**.

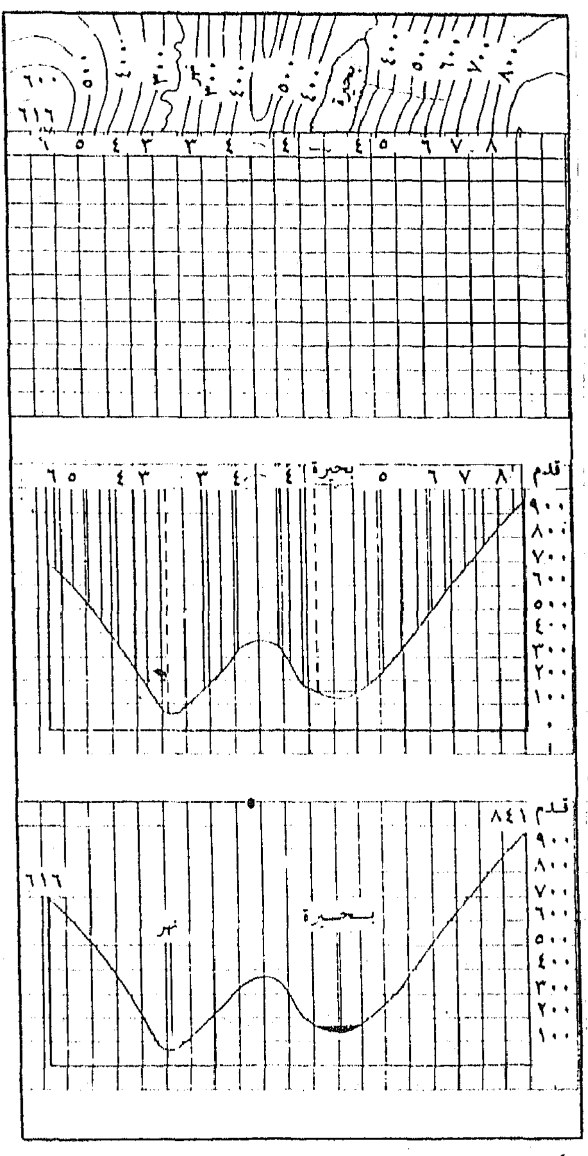


شكل رقم (١٢٩) انطباق حافة الورقة مع خطوط الكنتور

عن Hulton's

٣- تجهيز ورقة ملمترات ويُقاس طول خط القطاع بين النقطتين على الخريطة ويوضع بنفس قياسه على ورقة الملمترات وتحدد على الورقة بداية ونهاية خط القطاع بكتابة الحروف أو الأرقام الداله على ذلك كما هى موجودة فى الخريطة. **انظر الشكل رقم (١٣٠).**

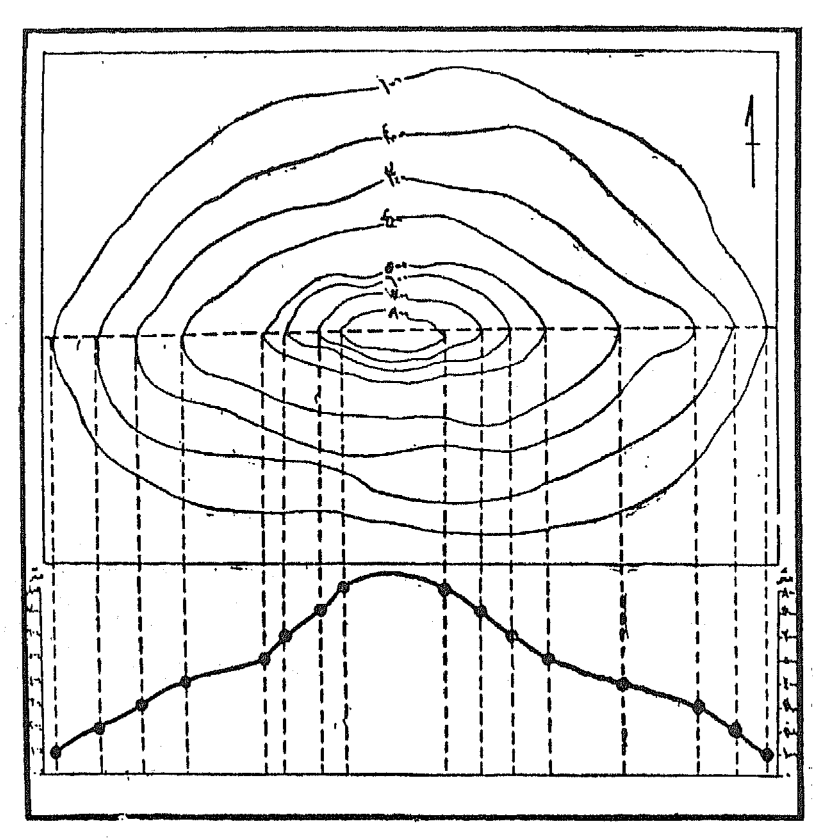
٤- تثبت الورقة المستخدمة سابقاً والموقع عليها نقط التلاقى والمناسيب على الخط المرسوم بورقة الملمترات ويسمى المحور الأفقى،ويرسم خطاً عمودياً كمحور رأسى على الطرف الأيسر للمحور الأفقى، ويستخدم المحور الرأسى كمقياس توضع عليه المناسيب ومن المفضل أن يكون مقياس رسم المحور الرأسى مساوياً لمقياس رسم المحور الأفقى (مقياس رسم الخريطة).



شكل رقم (١٣٠) توقيع القطاع على الورقة ملليمترات

عن : Speak and Carter

٥- تقام أعمدة من النقط المختلفة التى وقعت على قاعدة القطاع (المحور الأفقى) بحيث يكون طول كل عمود مناسب للمنسوب المدون أسفل كل نقطة حسب مقياس رسم المحور الرأسى . انظر الشكل رقم (١٣١).



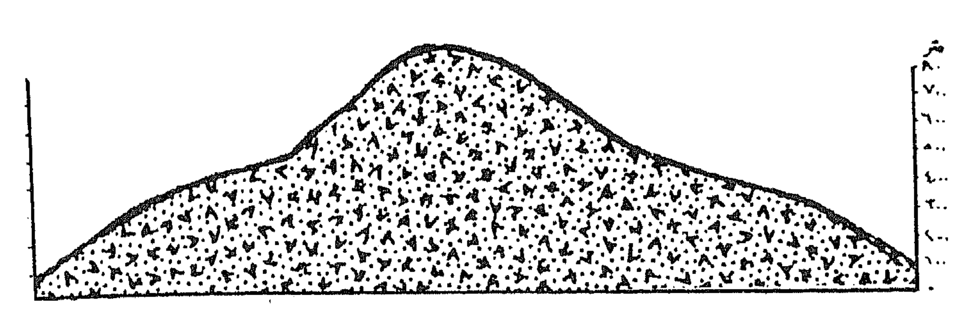
شكل رقم (١٣١) توقيع الأعمدة الرأسية اللازمة لرسم القطاع التضاريسى

٦- نصل بين أطراف هذه الأعمدة بخط نقوم برسمه بدون استعمال المسطرة ثم نحذف الأعمدة الى كنا قد أقمناها.

٧- من المفضل تلوين أو تظليل المساحة المحصورة بين المحور الأفقى وخط القطاع كما يتطلب إتمام العمل وضع اتجاه الشمال على ورقة القطاع وقيمة المبالغة الرأسية **انظر الشكل** رقم (١٣٢).

وينبغى أن نلاحظ عدة أمور هامة هى:

- يُفضل أن تكتب أسماء الظاهرات الجيمومورفولوجية الهامة على خط القطاع كالأنهار أو البحيرات.



شكل رقم (١٣٢) تظليل المساحة المحصورة بين المحور الأفقى وخط القطاع

– غالبا ما تفوق الامتدادات الأفقية بكثير المناسيب الرأسية خاصة فى الخرائط صغيرة المقياس ولذلك يضطر الكرتوجرافى إلى رسم المقياس الرأسى مكبراً بالنسبة للمقياس الأفقى ويُطلق على هذا التكبير تعبير المبالغة الرأسية، وهذا يعنى أن تظهر التضاريس الأرضية على طول خط القطاع مبالغ فى ارتفاعاتها بالنسبة لامتدادها الأفقى، ولتحديد المبالغة الرأسية.

نطبق المعادلة التالية:

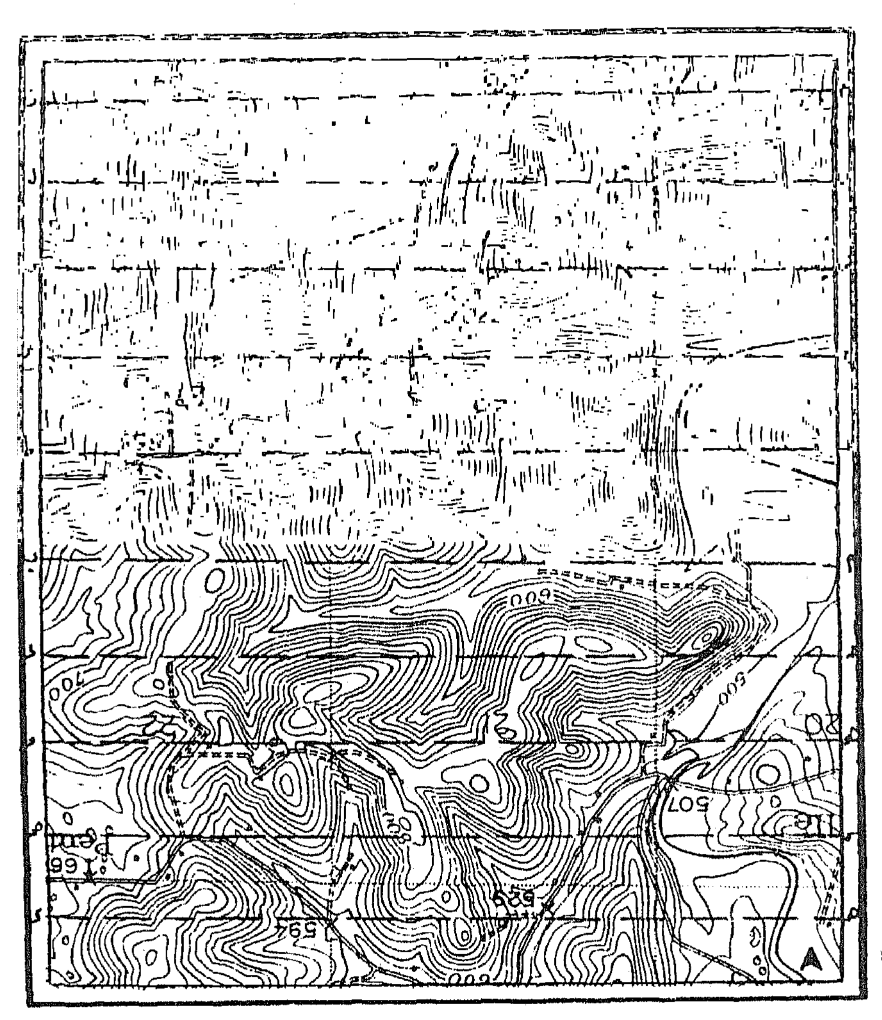
الفاصل الرأسى ÷ مقياس رسم الخريطة.

ب– القطاعات التضاريسية المتداخلة:– Superimposed Profifes

قد تتطلب الدراسة توضيح أكثر من ظاهرة جيمومورفولوجية تبدو موزعة على الخرائط الكنتورية فى مناطق متفرقة وهنا يتطلب العمل لتوضيح هذه الظاهرات رسم أكثر من قطاع، ولرسم هذا النوع من القطاعات نتتبع الخطوات التالية:–

١– نقسم الخريطة الكنتورية إلى أقسام متساوية بواسطة خطوط مستقيمة موازية لبعضها وفى الوقت نفسه قاطعة لخطوط الكنتور بالخريطة، وتعطى هذه الخطوط حروف معينة لتحديدها مثل أب، جـء...إلخ **انظر الشكل رقم (١٣٣)**.

٢– إحضار ورقة بيضاء بحافة مستوية ونسجل عليها قيم خطوط الكنتور ونوقع هذا على ورقة الملمترات كما هو متبع فى رسم القطاع التضاريسى البسيط.

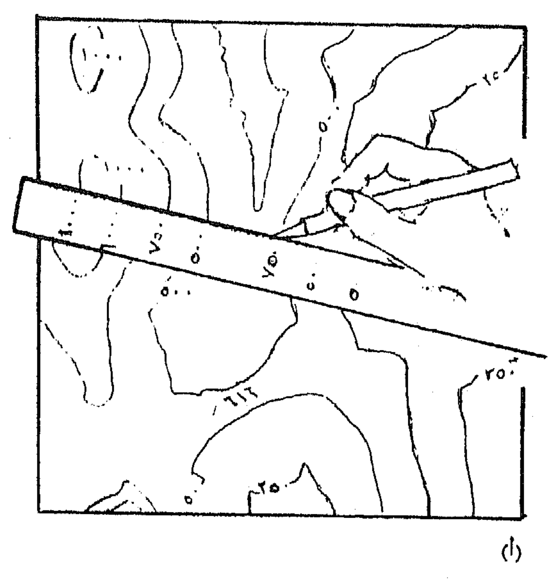


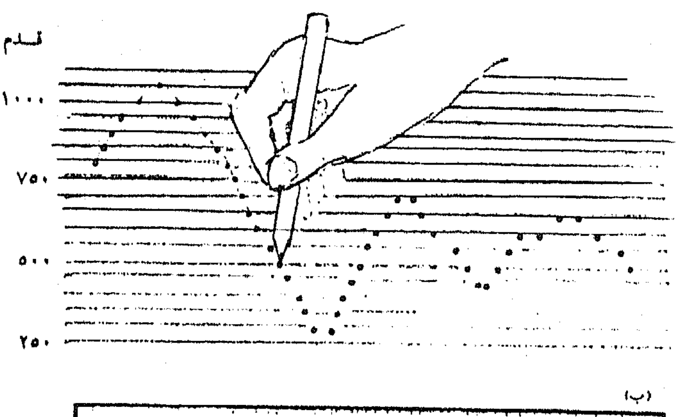
شكل رقم (١٣٣) خطوط القطاعات المتداخلة

٣- نكرر نفس العمل ونقوم بتوقيع كل القطاعات على ورقة الملمترات، أى تطبق هذه القطاعات فوق بعضها البعض وذلك بتوحيد خط القاعدة لها جميعاً فنحصل على مجموعة القطاعات المتداخلة للخريطة كما يتضح ذلك من الشكل رقم (١٣٤).

وينبغى أن نلاحظ عدة أمور هامة هى:

- مع هذا النوع من القطاعات لا تختفى الأجزاء المرتفعة منه الأجزاء المنخفضة للقطاعات التى تليه ومن ثم فالقطاعات المتداخلة تعطى تصوراً دقيقاً لكل أجزاء سطح الأرض كما هى موضحه بالخريطة الكنتورية.





شكل رقم (١٣٤) كيفية رسم القطاعات المتداخلة

عن : Hamhlim and Haward

– تفيد القطاعات المتداخلة فى إعطاء صورة صادقة عن علاقة مستوى سطح الأرض فى مستوى القاعدة، كما يمكن توقيع بعض البيانات الچيولوچية على القطاعات المتداخلة، ويكون هذا على درجة كبيرة من الأهمية فى التحليل المورفومترى للمنطقة.

– تفيد القطاعات المتداخلة فى الدراسات المقارنة بين القطاعات، كما يمكن أن توضح بسهولة الظاهرات الچيومورفولوجية المتكررة فى مناطق مختلفة وكذا الظاهرات الفريدة.

– إذا كانت القطاعات متعددة الأشكال نسبياً فإن هذا يقلل من فرص تلاصقها، ومن الضرورى هنا عمل مبالغة رأسية أكبر من اللازم لضمان دقة التحليل.

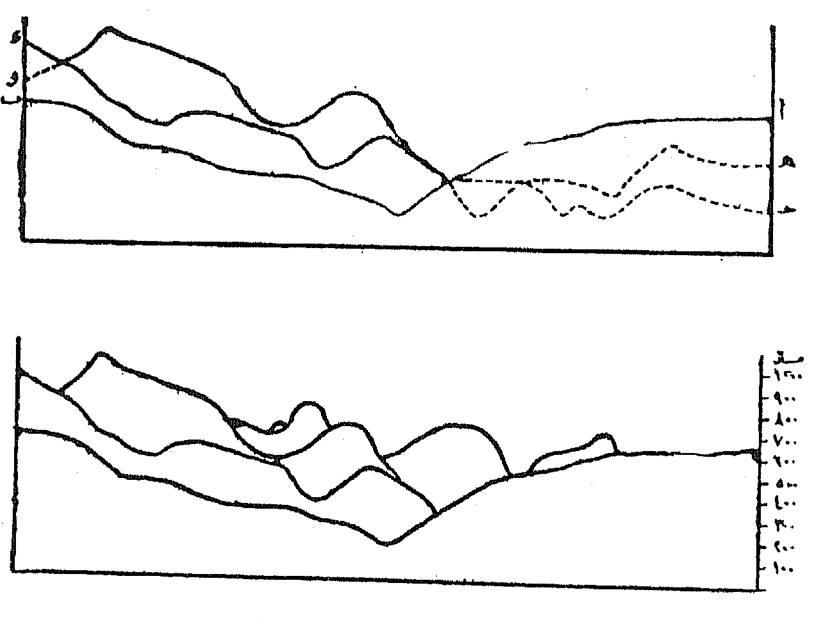
– إذا كان الهدف من الدراسة إثبات التشابه، وليس التفرد فيمكن رسم عدد كبير من القطاعات – من ٦–٩ قطاع وتقوم بعد ذلك بالتكبير.

– من المفضل ألا يُرسم عدد كبير من القطاعات فى شكل واحد، فقد يؤدى هذا إلى تقاطعات كثيرة بين خطوط القطاعات فيصعب تتبعها خاصة إذا كانت القطاعات متشابهة وخطوطها متسقة، أى أن عدد القطاعات مرتبط فى تصميمه بوجود التباين والاختلاف بين تضاريس الخريطة.

جـ– القطاعات البانورامية Proected Profiles

لا تختلف القطاعات البانورامية عن القطاعات المتداخلة فى طريقة الرسم، إلا أنه عند رسم القطاعات البانورامية تمحى الأجزاء منه التى يخفيها القطاع الواقع أمامه، وهذا يعنى أن القطاع الأول يرسم بكامله أما القطاع الثانى فلا يرسم منه سوى الأجزاء التى تعلو القطاع الأول وهكذا بالنسبة للقطاع الثالث وما يرسم بعده.

راجع الشكل رقم (١٣٥) والذى يوضح القطاعات البانورامية



شكل رقم (١٣٥) كيفية رسم القطاع البانورامى

وينبغى فحص الخريطة الكنتورية جيداً والتى سيصمم منها مجموعة القطاعات البانورامية بحيث يتضح ترتيب أى القطاعات نبدأ برسمها ثم الثانى والثالث وهكذا، رأى أنه سيراعى فى ترتيب رسم القطاعات الأدنى أولاً ثم الذى يعلوه ولذلك فالقطاعات البانورامية لا تصلح إلا فى المناطق المتدرجة الارتفاع.

كما تفيد هذه الطريقة أيضا فى تحليل الشكل العام للأجزاء العليا لأراضى ما بين الأودية والتعرف بدقة على أشكال القمم وبالتالى محاولة التعرف على العوامل التى أثرت على شكلها والعمليات التى أثرت فى ذلك، وعلى قدر أهمية هذا النوع من القطاعات فى تحليل الأجزاء العليا وخط القمم فهى غير محددة فى تحليل بطون الأودية والأجزاء المنخفضة وذلك لكن هذه الأجزاء لا تظهر على خط القطاع.

ويذكر «طه جاد» فى دراسته أنه إذا رسمت عدة قطاعات بانورامية عرضية على طول أحد الأودية فيمكن أن تظهر هذه القطاعات كما لو كانت قطاعات متتالية ويحدث ذلك إذا عملت القطاعات العرضية عمودية على خطوط الكنتور ورسمت بحيث تقع قيعان الأودية فى جزء واحد من الشكل بقدر الإمكان، والسبب فى ذلك أن قاع الوادى وجوانبه تزيد فى الارتفاع من الجزء الأدنى فى اتجاه المنبع كما يضيق الوادى فى هذ الاتجاه وهذا ما يجعل القطاعات يظهر كل منها فوق الآخر بقليل دون حدوث التداخل، ومن الواضح أنه إذا لم يحدث تداخل بحيث لا تمحى أى أجزاء من القطاعات فإننا نصبح بإزاء قطاعات متتالية لا قطاعات بانورامية، وعلى أية حال فإن هذه القطاعات أيًا كان شكلها النهائى توضح بعض ما يوجد من مصاطب فى قيعان وجوانب الأودية فضلاً عن الشكل العام لهذه الجوانب [1].

ء- القطاع التضاريسى المركب: Composite Profiles

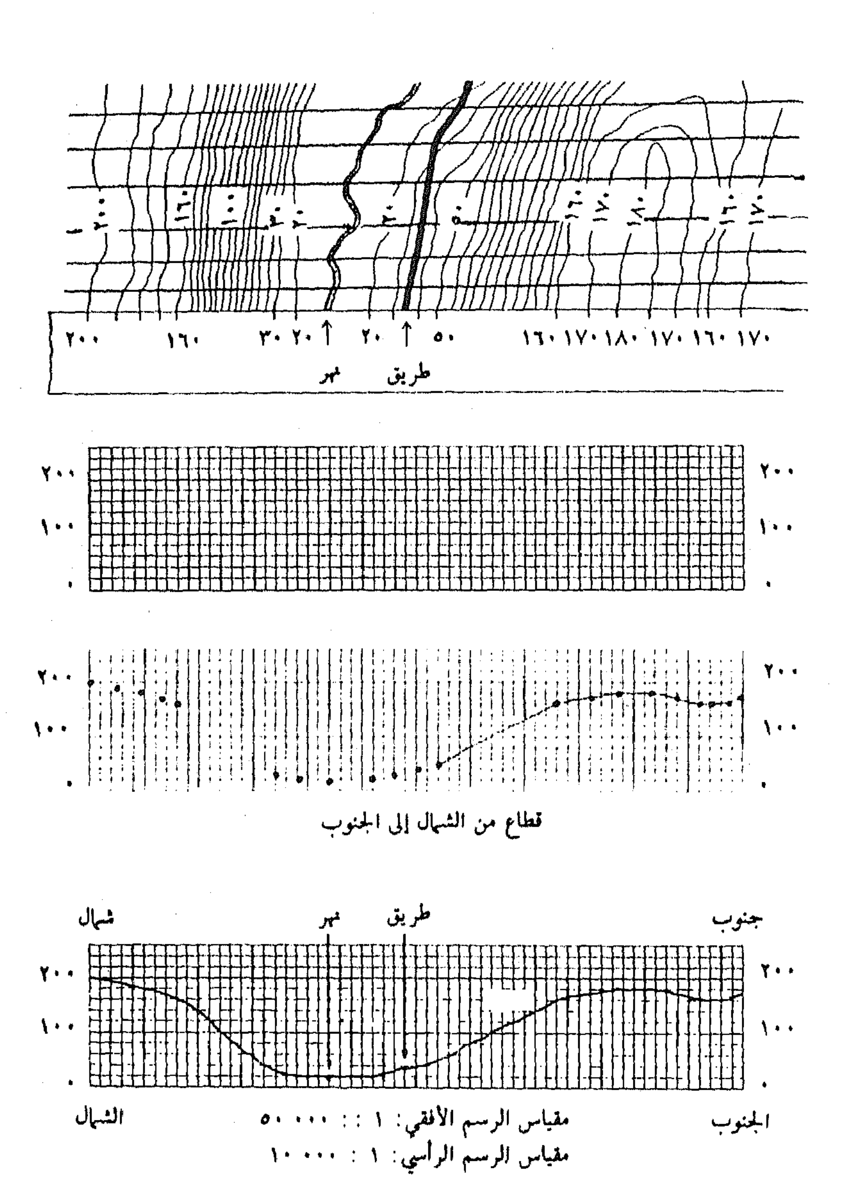
يظهر هذا النوع من القطاعات القمم الجبلية ولذلك فهو يعطى فكرة عند المناسيب المرتفعة فقط بالخريطة الكنتورية والمظهر التضاريسى العام ولتصميم هذا القطاع نتبع الخطوات التالية:

- نقسم الخريطة الكنتورية بمجموعة من الخطوط المستقيمة المتوازية ونراعى أنه كلما كان التقسيم على مسافة أفقية أقل زاد عدد هذه الخطوط التى تغطى سطح الخريطة كان هذا بالتالى أدق فى تحليل الظاهرات التضاريسية.

---

(١) طه جاد (تحليل الخريطة الكنتورية بمفهوم جمر فلوحى) الأنجلو المصرية، ١٩٨٤، ص ٨١.

تتبع نفس خطوات العمل فى رسم القطاع المتداخل مع الوضع فى الاعتبار أننا هنا نرسم قمم هذه القطاعات فقط فنحصل على القطاع المركب. **انظر الشكل رقم (١٣٦).**



شكل رقم (١٣٦) كيفية رسم القطاع المركب

ومن عيوب هذا النوع من القطاعات ظهور مسافات متساوية الارتفاع تعطى انطباع خاطئ عن درجة الانحدار، ولعل السبب فى ذلك يرجع إلى كون خط القطاع يكون موازياً بعض الشيء لخط الكنتور فى مناطق من الخريطة، وهذا يؤدى إلى ظهور النقط التى تتقابل فيها خطوط الكنتور متباعدة عن بعضها البعض أو تفصلها مسافة أفقية كبيرة، ويمكن تلافى هذا القصور باستخدام طريقة أخرى فى التصميم تعطى الانطباع السليم عند دراسة الخريطة وخطوات هذه الطريقة كالتالى:-

١- إحضار مسطرة حرف T أو مثلثاً قائم الزاوية ونحركه على حافة الخريطة الكنتورية ونرسم خطوطاً رأسية تغطى أجزاء الخريطة.

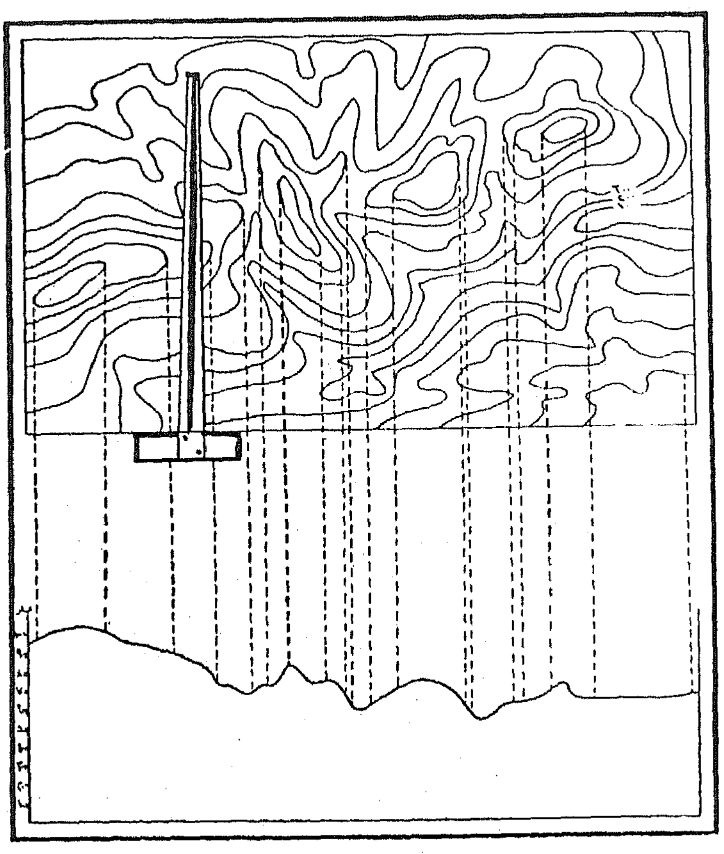
٢- نحدد النقط التى تلتقى فيها المسطرة مع أعلى ارتفاع.

٣- نستمر فى تحريك المسطره وإسقاط أعمدة رأسية من أعلى نقط تقابلها المسطرة على حافة الخريطة.

٤- نمد كل هذه الخطوط الرأسية على استقامتها نحو خط القطاع وينتهى كل خط فيها عند الارتفاع الخاص به والذى يوضحه المحور الرأسى للقطاع.

٥- بتوصيل نهايات الخطوط بخط واحد نحصل على القطاع المركب والذى يوضح لنا قمم سطح الأرض على طول خط القطاع الموضح بالخريطة الكنتورية.

انظر الشكل رقم (١٣٧).

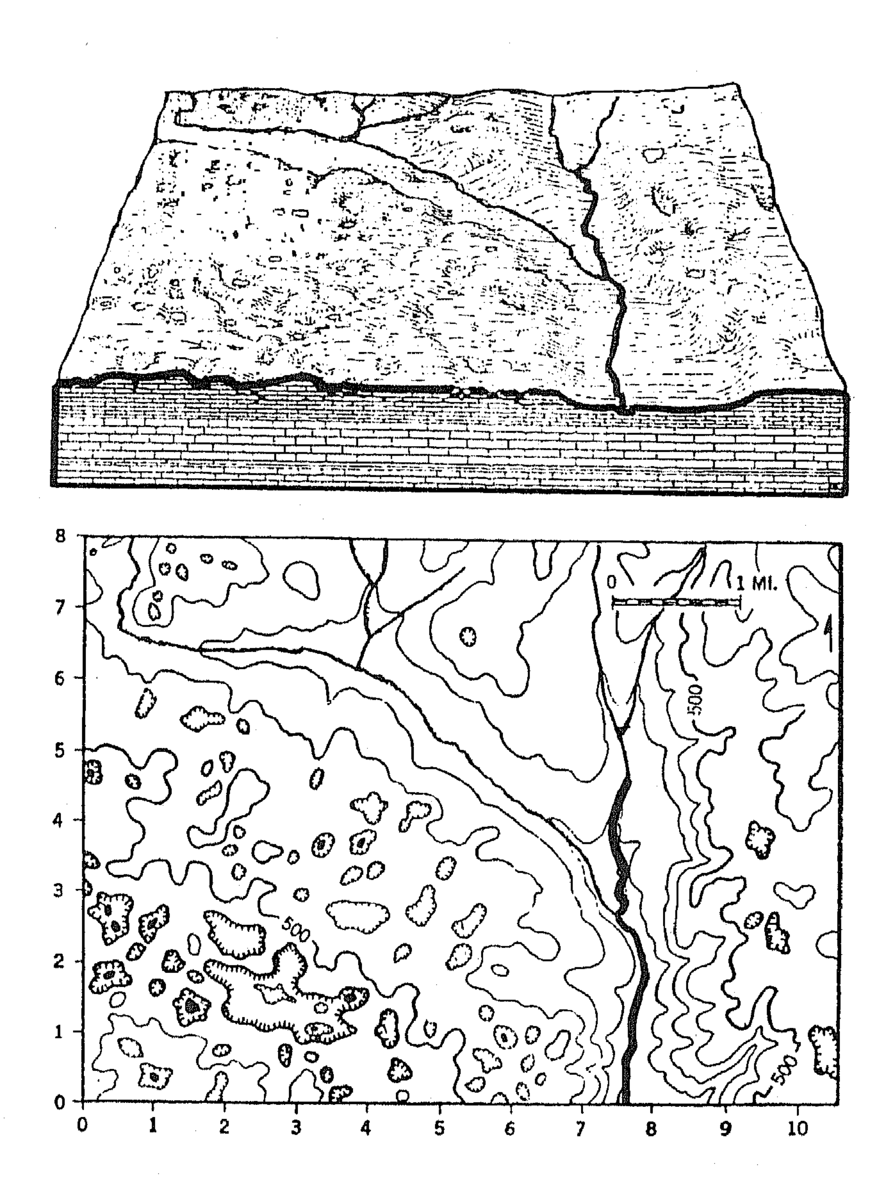


شكل رقم (١٣٧) إسقاط الأعمدة الرأسية بالقطاع المركب

ثانيا – القطاعات التضاريسية المنحنية:-

أ- القطاع الطولى للنهر:-

يمثل القطاع الطولى للنهر انحدار المجرى، وتتميز الأنهار دائمة الجريان والمجارى المائية الفصلية بوضوحها على الخرائط الكنتورية، **انظر الشكل رقم (١٣٨)** وهى تختلف فى ذلك عن خطوط الجريان فى المناطق الجافة وشبه الجافة، ولعل السبب فى ذلك يرجع إلى أن الأولى واضحة ومحدودة فى الطبيعة والثانية غير ذلك. كما أن الأنهار دائمة الجريان يصيبها بعض التغيرات البيئية وهى أيضا تختلف فى ذلك عن الأودية الجافة ولذلك فإن العديد من الخرائط الكنتورية التى تمثل المناطق الجافة وشبه الجافة لا تظهر بها كل خطوط الأودية الجافة.



شكل رقم (١٣٨) مجسم وخريطة كنتورية موضح بها المجارى المائية

ومن أهم ما توضحه القطاعات الطولية للأنهار أو الأودية الجافة المرحلة التى يمر بها القطاع، فهناك القطاعات المتعادلة وغير المتعادلة هذا بالإضافة إلى تحديد المراحل العمرية على طول خط القطاع (شباب، نضج، شيخوخة) وبصفة عامة يدل بطء الانحدار والشكل المقعر للقطاع على صفة التعادل، كما يدل وجود نقط التقطع فى بعض أجزاء القطاع على صفة عدم التعادل، ولرسم القطاع الطولى للنهر نتبع الخطوات التالية:

١- نرسم خطاً أفقياً على الورقة المخصصة لرسم القطاع الطولى ويسمى هذا الخط خط قاعدة القطاع.

٢- نقيم عموداً رأسياً عند أحد طرفى خط القاعدة ونحدد على هذا الخط الرأسى الارتفاعات كما توضحها الخريطة الكنتورية.

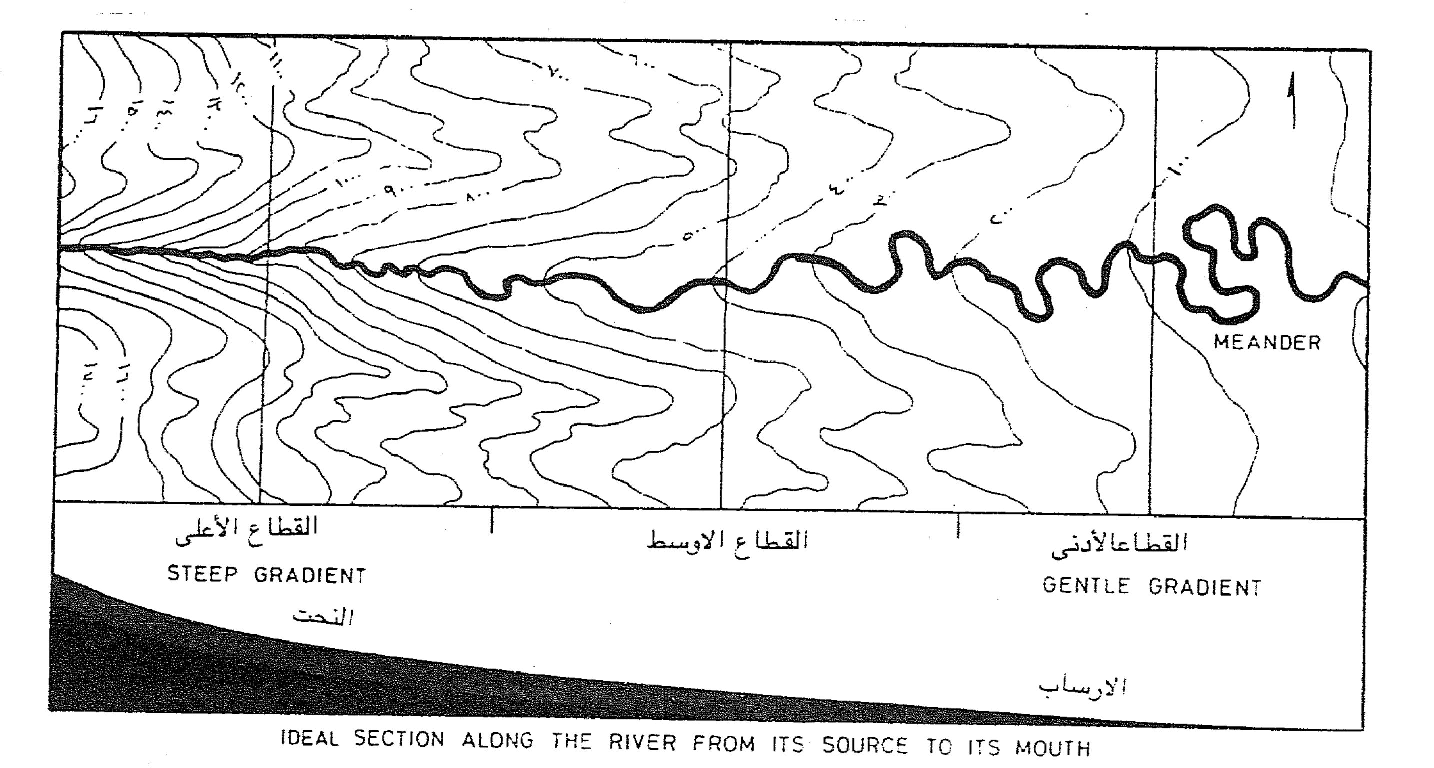
٣- يفضل أن تختار قيم الارتفاعات بالسنتيمترات على طول المحور الرأسى بشىء من المبالغة الرأسية.

٤- يستخدم المقسم Divider لقياس طول المجرى المائى بين كل خطى كنتور متتاليين وذلك بفتحة المقسم فتحة دقيقة لا تزيد عن ٣م.

٥- للحصول على طول المجرى المائى بين خطين كنتور متتاليين نقوم بضرب قيمة فتحة المقسم فى عدد النقلات.

٦- نقوم بتوقيع المسافة المقاسه بواسطة المقسم أمام كل ارتفاع حسب التقسيم الموضح على المحور الرأسى بالقطاع ونستمر فى هذه العملية حتى نهاية المجرى المائى.

٧- نصل بين النقط المحددة على خط القطاع بخط يرسم باليد فنحصل فى النهاية على القطاع الطولى للنهر **انظر الشكل رقم (١٣٩)**.

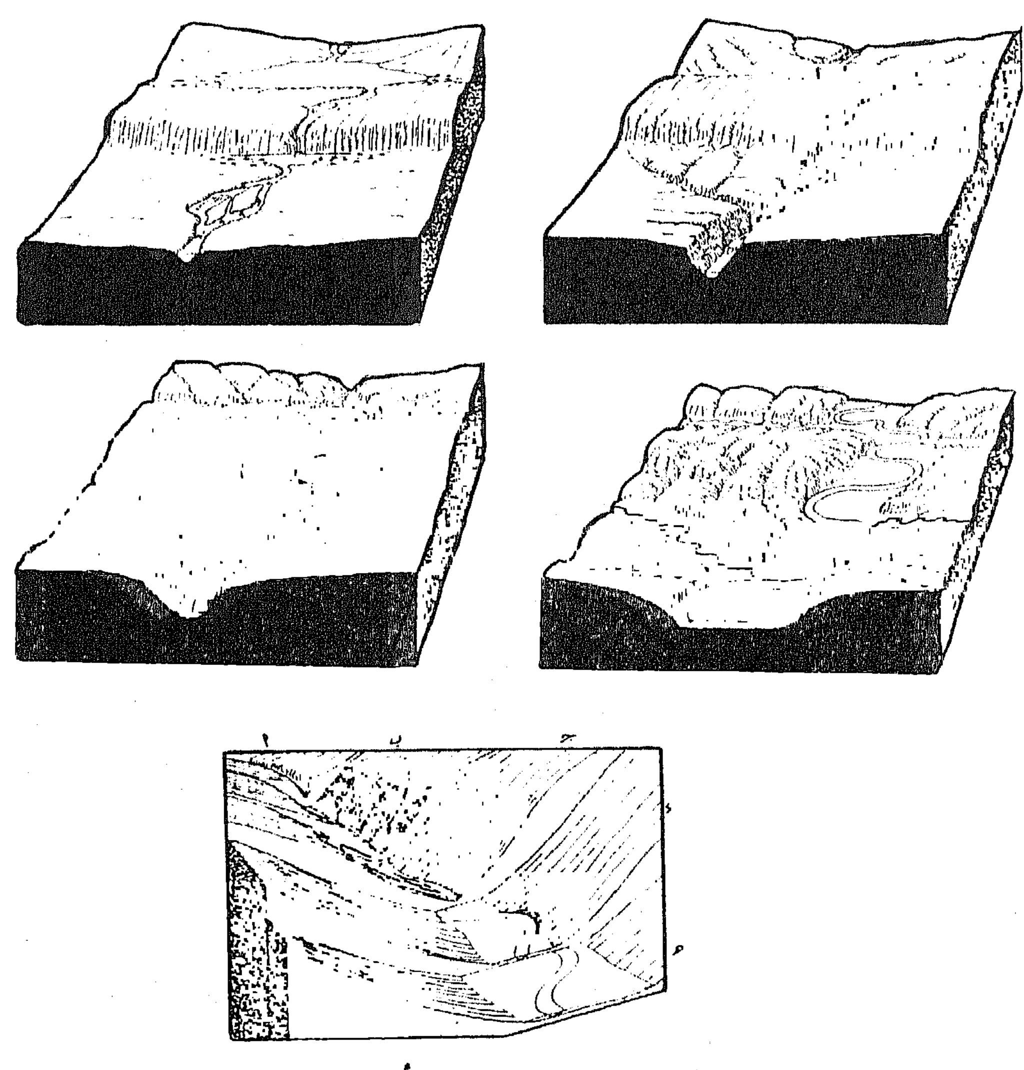


IDEAL SECTION ALONG THE RIVER FROM ITS SOURCE TO ITS MOUTH

شكل رقم (١٣٩) كيفية رسم القطاع الطولى للنهر

ب- القطاعات العرضية للأودية:

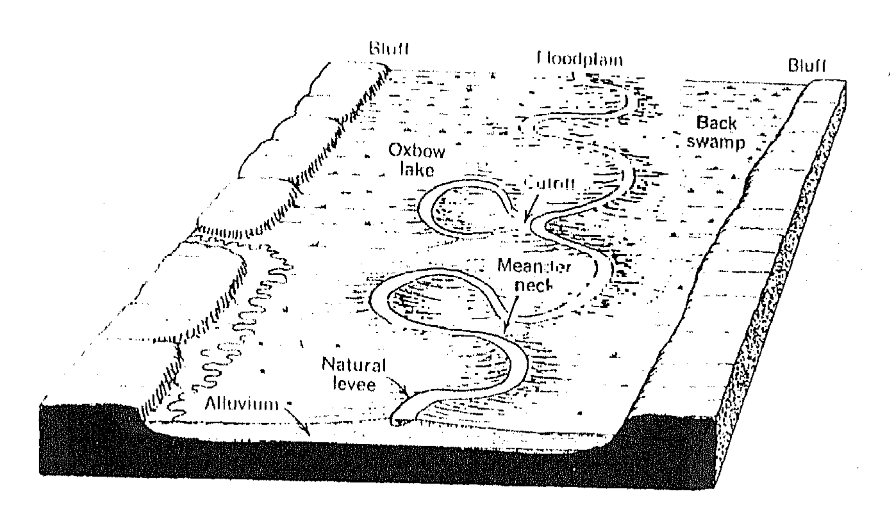
تفيد هذه القطاعات فى التعرف على المرحلة التطورية للأودية، كما تعطى فكرة عامة عن العمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فى شكل القطاع العرضى كمعدلات النحت والإرساب والعمليات البنيوية المختلفة، **انظر الشكل رقم (١٤٠)**، وقد نحتاج إلى تصميم أكثر من قطاع عرضى وخاصة فى المجارى المائية الكبيرة وذلك للتعرف على تفاصيل أكثر عن الشكل العام للقطاع وخصائصه.



شكل رقم (١٤٠) مراحل الأودية النهرية

وإلى حد كبير يدل شكل الوادى على المرحلة التطورية فقد أوضح «وليم موريس ديفز» فى دراسات عديدة له على أن شكل حرفV يدل على مرحلة الشباب للأودية، كما يدل شكل حرف U على مرحلة النضج، أما إذا كان جانبى الوادى متباعدين جداً وبطيئة الانحدار فهذا يعنى مرحلة الشيخوخة

انظر الشكل رقم (١٤١).



شكل رقم (١٤١) النهر فى مرحلة الشيخوخة

ولا تختلف طريقة رسم هذه القطاعات عن طريقة رسم القطاعات المتداخلة (المتسلسلة) من حيث أن الخطوط التى ترسم على طولها القطاعات العرضية للأودية النهرية تكون قاطعة أى عمودية على اتجاهات هذه الأودية.

ولرسم هذا النوع من القطاعات نتبع الخطوات التالية:–

١– نحدد مواقع القطاعات العرضية على الخريطة.

٢– يتم نقل تقاطع خطوط الكنتور على المجرى المائى.

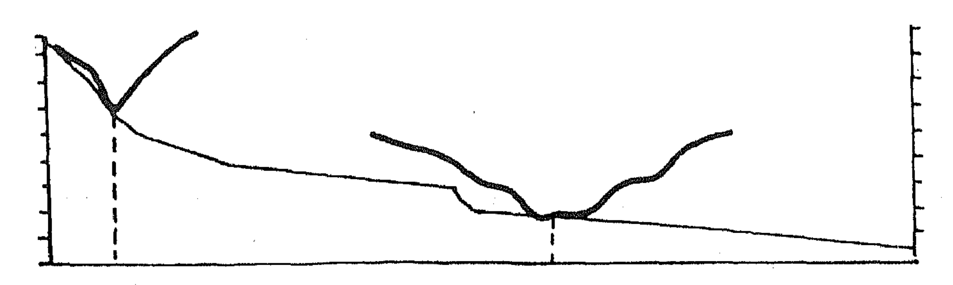
٣– يحدد على القطاع الطولى لمجرى النهر نقط تقاطعه مع القطاعات العرضية.

٤- إحضار شريط من الورق يوضع فوق خط القطاع العرضى وتنقل عليه نقط التقاطع مع خطوط الكنتور وأيضا نقط تقاطعه مع المجرى المائى.

٥- لا بد أن تكون حافة شريط الورق موازية تماماً للمحور الأفقى للقطاع الطولى.

٦- يراعى أن تُصمم القطاعات العرضية فى أحباس مختلفة على طول المجرى المائى (الأعلى، الأوسط، الأدنى) وذلك بغرض إيجاز الظواهر الچيومورفولوجية على طول المجرى المائى.

انظر الشكل رقم (١٤٢).



شكل رقم (١٤٢) كيفية رسم القطاع العرضى للنهر

ثالثا القطاعات البيانية:-

أ- المنحنى الهبسومترى:- Hypsometric

ويسمى أحيانا الهبسوجرافى Hypsognaphic

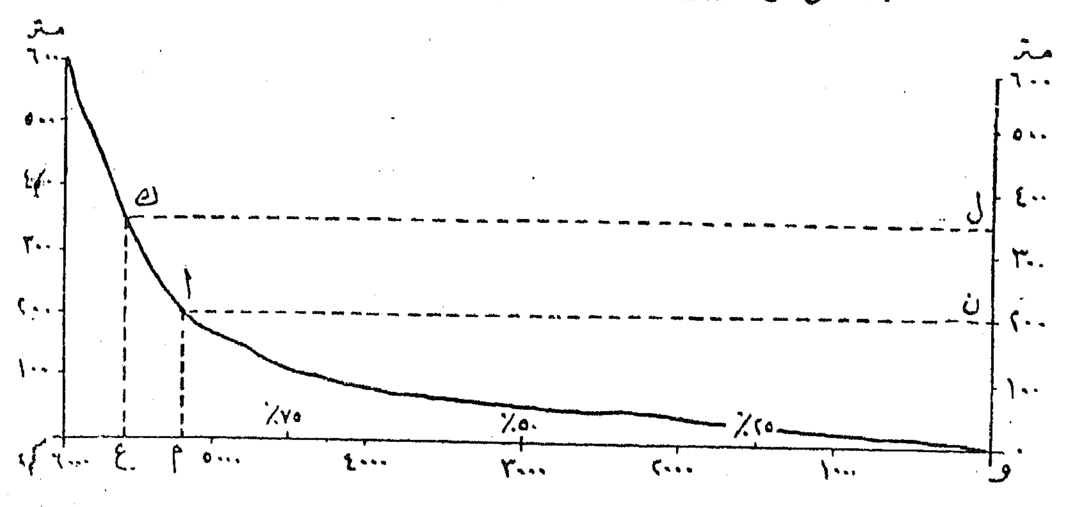
وهو منحنى تكرارى متجمع يوضح العلاقة بين ظاهرتين متغيرتين هما الارتفاع والمساحة، وهو يعد أيضا ضمن الطرق المورفومترية التى تعطى فكرة شاملة عن السطح وخصائصه ويمكن اتباع الخطوات الآتية فى تصميم هذا المنحنى:-

١- تقاس مساحة كل من النطاقات الكنتورية - المساحة بين كل خطى كنتور متتالين- قياساً دقيقاً باستخدام أجهزة قياس المساحات على الخرائط.

٢- نرسم محورين أفقى لتمثيل المساحات ورأسى لتمثيل الارتفاعات، ويراعى فى تقسيم المحور الأفقى تقسيمه إلى أجزاء قياسيه تكتب عليها أرقام بالتدريج تنتهى بالمساحة الكلية لجميع النطاقات.

٣- ينبغى مراعاة ما يجب مراعاته فى رسم المنحنيات التكرارية المتجمعة بصفة عامة فى أن توقع النقط التى يرسم هذا المنحنى عند الحد العلوى لفئة المنسوب، أى أمام الرقم الثانى من رقمى كل نطاق كنتورى وكذلك عند الحد العلوى للمساحة المقابلة لكل نطاق.

٤- إذا كان من المفضل أن تبين المساحات للنطاقات الكنتوريه كنسب مئوية فيمكن توضيح ذلك على المحورين الأفقى والرأسى وذلك بكتابة أرقام تبدأ من الصفر وتنتهى إلى ١٠٠ ٪ عند نهاية كل من المحورين انظر الشكل رقم (١٤٣).

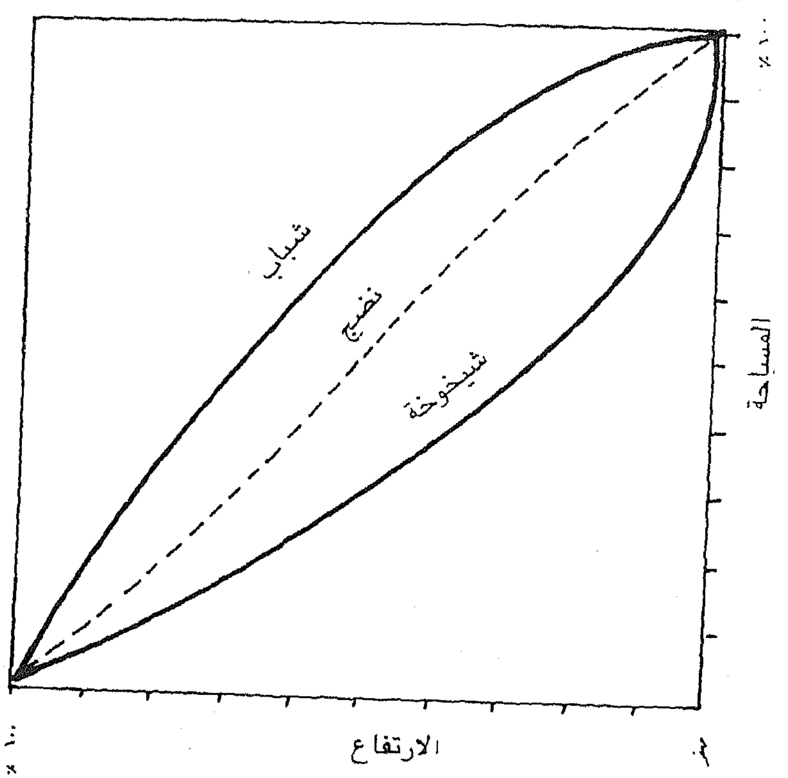


شكل رقم (١٤٣) المنحنى الهبسوجرافى

ولا شك فى أن المنحنى الهبسومترى المصمم بالنسب المئوية يعد على درجة كبيرة من الأهمية خاصة فى الدراسات المقارنة بين أحواض التصريف النهرى وفى هذا المجال يذكر ستريلر Strahler أنه ليس هناك شروطاً متفق عليها لتناسب طول المحور الأفقى مع المحور الرأسى إلا أن من المفضل فى دراسات التصريف النهرى وتوضيح خصائص الأحواض أن يتماثل طول المحورين.

ويدل المنحنى الهبسومترى على المرحلة الجيمورفولوجية التى يمر بها حوض التصريف إذ أن المنحنى إذا وقع بشكل ممتد تعبيراعن نقطة الأساس فهذا يعنى مرحلة الشباب، وإذا كان فى موقع متوسط فهذا يعنى مرحلة النضج، أما إذا كان المنحنى يمتد معظمه بالقرب من نقطة الأساس فهذا يدل على مرحلة الشيخوخة.


انظر الشكل رقم (١٤٤).



شكل رقم (١٤٤) المنحنى الهبسومترى والمرحلة الجيومورفولوجية للنهر

ب- المنحنى الكلينوجرافى Clinographic

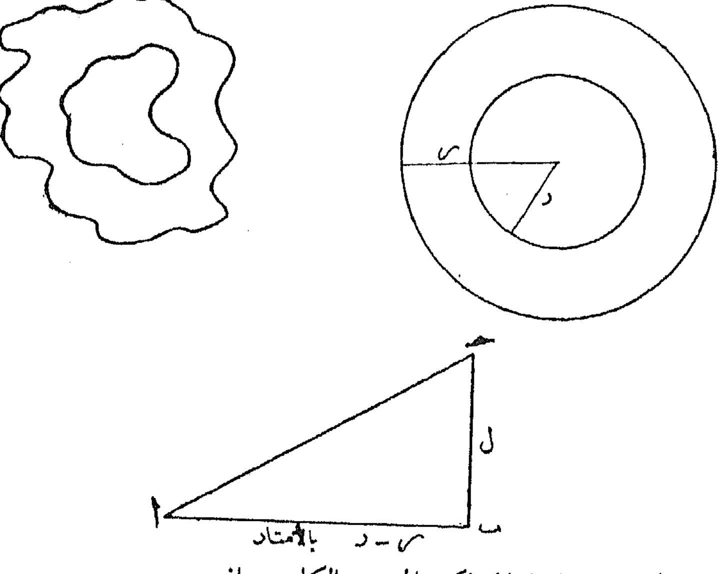
لا يمكن الاعتماد على المنحنى الهبسومترى فى معرفة درجة انحدار السطح فهو منحنى إحصائى أقصى ما يمكن أن يوضحه التغير فى السطح وشكل الانحدار وذلك حسب ضيق المساحة أو اتساعها فى فئة المنسوب.

ويفيد المنحنى الكلينوجرافى فى معرفة متوسط الانحدار بين كل خطى كنتور متتاليين، ولمعرفة درجة الانحدار بين كل من خطى كنتور متتاليين فى الخريطة الكنتورية نتبع الخطوات التالية:

وللحصول على درجة الانحدار بين خطوط الكنتور تقاس المساحة المحصورة بين خطوط الكنتور، وتعامل هذه المساحات وكأنها مساحات دوائر منتظمة ومنها يمكن استنتاج نصف

القطر، وكما هو معروف أن مساحة الدائرة = ط × نق٢، أى أن نصف القطر نق = $\sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\text{ط}}}$

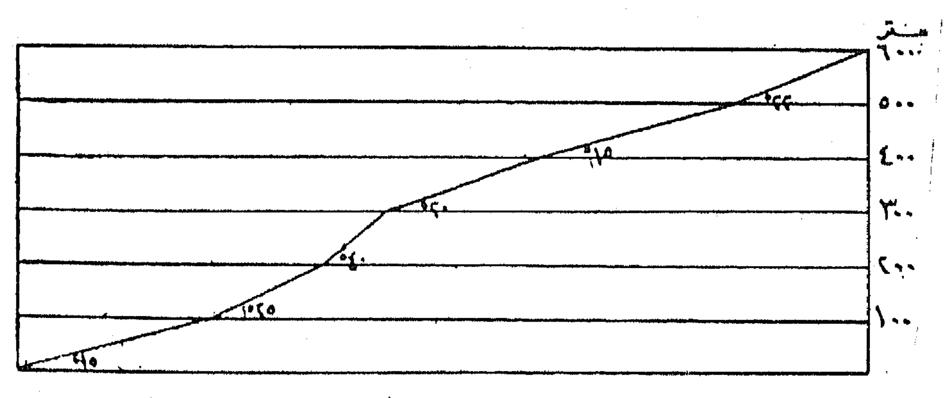
انظر الشكل رقم (١٤٥).



شكل رقم (١٤٥) فكرة المنحنى الكلينوجرافى

وتعتبر أنصاف أقطار الدوائر الممثلة للمساحات المحصورة بخطوط الكنتور هى الخطوة الأساسية فى حساب درجة الانحدار بين كل خط كنتور وآخر فالفرق بين نصفى قطر دائرتى خطى كنتور متتاليين يمثل المسافة الأفقية.

انظر الشكل رقم (١٤٦).



شكل رقم (١٤٦) المنحنى الكلينوجرافى

والذى يتضح فيه أن الضلع (أب) ممثلاً للفرق بين نصف القطر والضلع (ب جـ) ممثلاً للفاصل الرأسى بالخريطة وهو ثابت، والزاوية (ب أ جـ) هى زاوية الانحدار ويمكن معرفتها بتطبيق القانون التالى:-

ظا الزاوية = المقابل / المجاور = ل / (ء ـ ر)

حيث أن ل هى الفاصل الرأسى بين خطوط الكنتور.

ر نصف قطر الدائرة الكبرى.

ء نصف قطر الدائرة الصغرى.

وبذلك نحصل على درجة الانحدار بين خطوط الكنتور بالخريطة، ولرسم هذا المنحنى نتبع الخطوات التالية:

١- نرسم محورين أحدهما أفقى والآخر رأسى حيث يمثل طول المحور الأفقى بواسطة نصف قطر الدائرة الممثلة لأدنى خط كنتور بالخريطة ويختار له مقياس رسم مناسب أو يستخدم مقياس رسم الخريطة الكنتورية.

٢- نبدأ المنحنى الكلينوجرافى باستخدام المنقلة وتوقيع كل زاوية انحدار بين كل من خطى كنتور متتاليين، ونمد الخطوط الدالة على زوايا الانحدار المختلفة على استقامتها فنحصل على خط المنحنى.

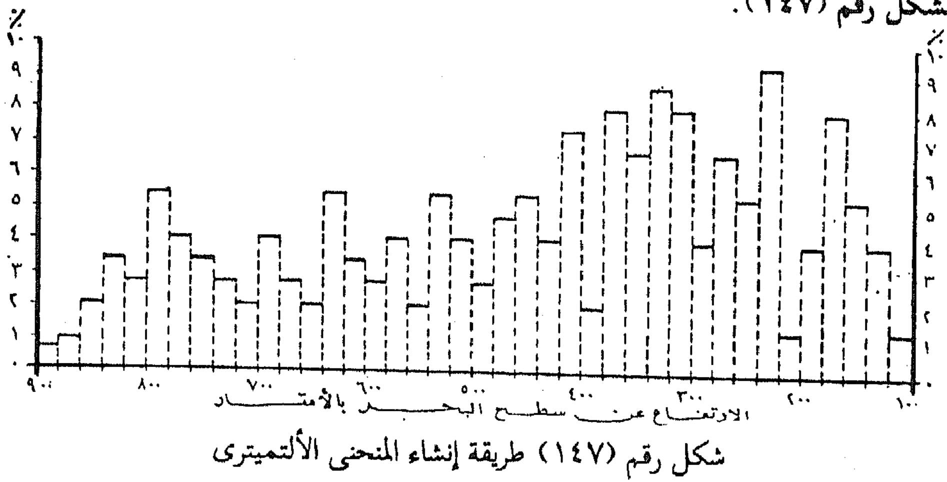
جـ- المنحنى الألتيمترى Altimetric Frequency Graph

قد يكون معرفة المنسوب الدقيق لنقطة ما فوق سطح اليابس أقل أهمية من معرفة العلاقة بين مناسيب مجموعة عديدة من النقط على حدة وهذا ما يوضحه المنحنى الألتيمترى.

يفيد هذا المنحنى فى معرفة العديد من الظواهر التى تتعلق بالتعرية وهو يعتمد فى إنشائه على طريقة الأعمدة البيانية النسبية للتوزيعات التكرارية، أى توضيح المناسيب التى يتركز بها التكرار الكبير، ولا شك فى أن العدد الكبير هنا يفى احتمال وجود سطح التعرية.

ولرسم هذا المنحنى نتبع الخطوات التالية:–

١– نرسم محورين أفقى ورأسى ونوقع على المحور الأفقى الارتفاعات من واقع الخريطة الكنتورية وعلى المحور الرأسى المساحات فتكون المساحة المحصورة بين كل خطى كنتور متتاليين أمام المحور الرأسى على شكل عمود يرتكز على ارتفاع هذا المنسوب من سطح البحر انظر الشكل رقم (١٤٧).

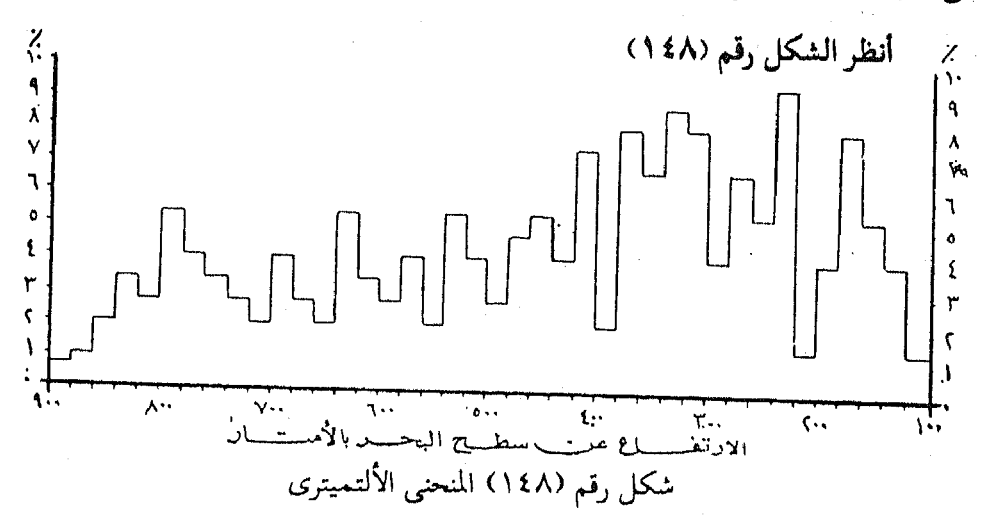


شكل رقم (١٤٧) طريقة إنشاء المنحنى الألتميترى

٢– نحذف الخطوط التى تنتهى عند قاعدة الشكل.

ويفيد هذا المنحنى فى إظهار العلاقة بين نقط المناسيب بعضها ببعض، كما يفيد أيضا فى معرفة التطورات التى طرأت على الأشكال الأرضية التى توضحها الخريطة الكنتورية.

أنظر الشكل رقم (١٤٨)



شكل رقم (١٤٨) المنحنى الألتميترى



الفصل العاشر

التحليل الكرتوجرافى للخريطة الكنتورية

الكثير من القطاعات التضاريسية المستقيمة والمنحنية والبيانية والتى تُرسم من الخريطة الكنتورية لا تفيد بشكل واضح فى التعرف على عناصر هامة فى سطح الأرض كالانحدار والاستواء، وخاصة إذا كانت الخرائط الكنتورية عامة وذات مقياس رسم صغير، والفترة الكنتورية بها من الاتساع بحيث لا تُظهر العديد من خصائص وسمات السطح، ولذلك فقد ابتكرت العديد من الطرق الكرتوجرافية الكمية لتعالج أوجه النقص فى القطاعات السالفة الذكر، ولقد تمخضت هذه الطرق عن إخراج العديد من الخرائط لعل أهمها ما يأتى:-

١- خريطة التضاريس النسبية (المحلية) Ralative Relief Map .

٢- خريطة معدل ارتفاع التضاريس Elevation- Relief Ratio

٣- خريطة معدل الانحدار Average Stope .

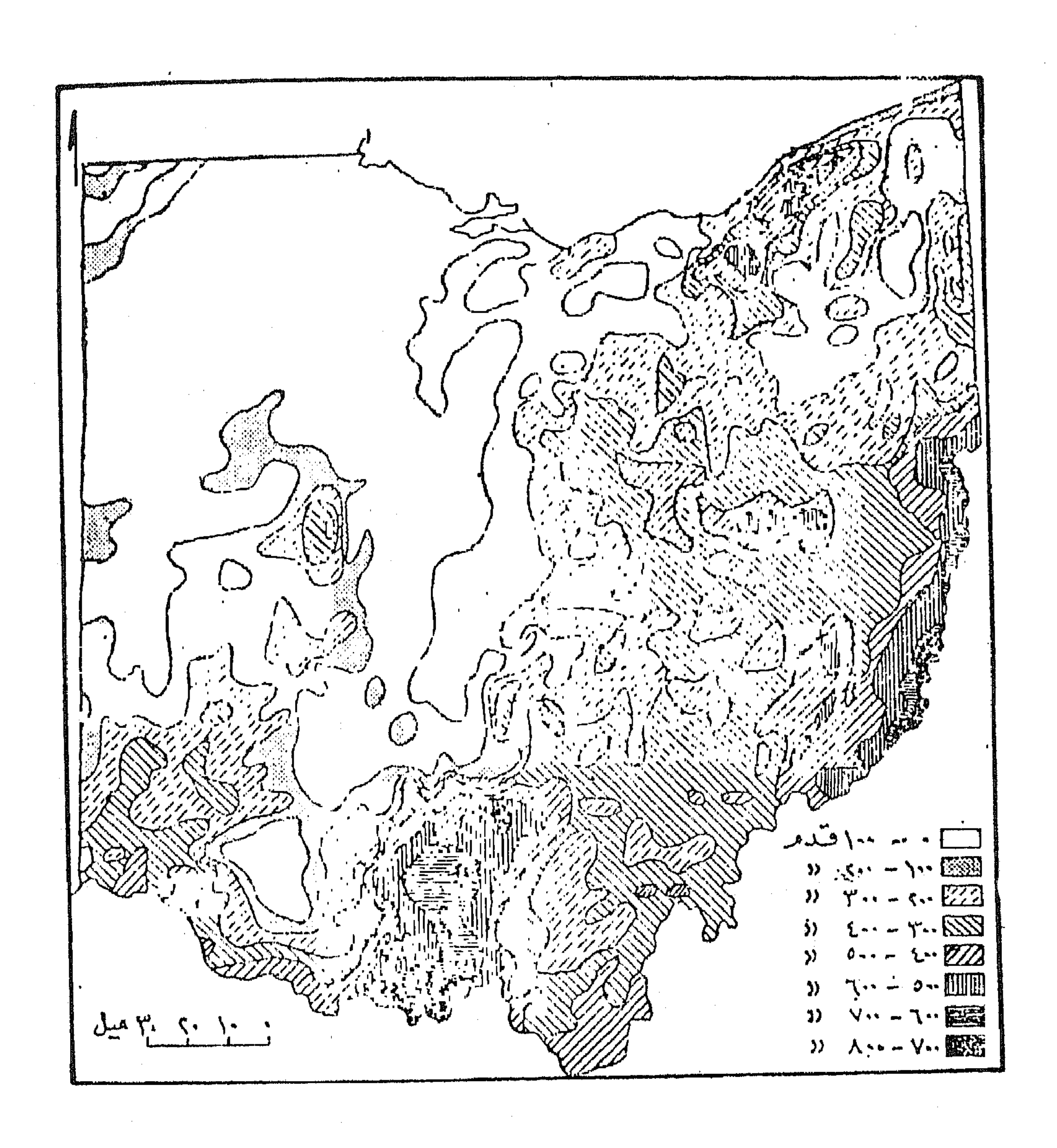
٤- المجسمات Block Diagrams

١- خريطة التضاريس النسبية (المحلية).

بالنظر إلى أية خريطة كنتورية تدرك بأننا لا نستطيع أن نشعر بالمنسوب الحقيقى بالنسبة لسطح البحر ارتفاعاً أو انخفاضاً بقدر ما يتجسد فى الذهن من اختلاف مناسيب النقط بالنسبة إلى بعضها البعض، وهذا يعنى أن الحكم على طبيعة منطقة ما (جبلية- هضبة- سهلية) ليس بالأمر السهل على قارئ الخريطة الكنتورية للمناطق المحدودة المساحة، وبشكل آخر نقول بأن الاعتماد على قراءة خطوط الكنتور وحدها لا تعطى فكرة وافية عن طبيعة المنطقة، وهذا يوضح أهمية دراسة العلاقة بين المرتفعات والمنخفضات فى منطقة ما، أو ما يمكن أن نسميه التضاريس النسبية.

وقد قدم Smith [(١)] أول دراسة حول هذا الموضوع وكانت بولاية «اوهايو» بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد استخدمت فى هذه الدراسة خريطة كنتورية عامة للولاية بمقياس ١/ ٦٠٠,٠٠٠ وقد قُسمت منطقة البحث إلى مجموعة مستطيلات ٤,٤ × ٥,٧ ميل فى الطبيعة ثم قام بحساب الفرق بين أعلى منسوب وأدنى منسوب داخل كل مستطيل ثم وصل بين النقط المتساوية فى الفروق بخطوط تساوى وذلك بفارق رأسى قدره ١٠٠ قدم، وقد استخدم Smith التظليل لإبراز المناطق المتشابهة فى تضاريسها، انظر الشكل رقم (١٤٩).

(1) Smith G.H., Relative Relief Of Ohio Geog. Rev Vol.25.1935. P.P.284.



شكل رقم (١٤٩) التضاريس النسبية فى أوهايو

وقد أخذ ديكنسون G.C. Dickinson ١٩٧٣ عن Smith سميث طريقته وطبقها بمنطقة شمال انجلترا واستخدم فى ذلك الخرائط الطبوغرافية الانجليزية مقياس ١/ ٦٣٣٦٠ وحدد لها أكثر من فاصل رأسى، إلا أن خريطة ديكنسون كانت مختلفة، فهو لم يعتمد على خط القيم المتساوية فى إبراز الاختلاف ولكنه فضل استخدام تظليل المربعات فقط.

وقد اقترح ملر Miller إمكانية تطوير هذه الطريقة وذلك بقسمة المدى الرأسى بين أعلى نقطة وأوطأ نقطة على المسافة الأفقية بينهما ثم رسم خريطة بخطوط متساوية بالقيم المستخرجة لتمثيل معدل الانحدار[١].

وبصفة عامة يمكن القول أن خريطة سميث تتناسب مع المناطق ذات التكوين الرسوبى الأفقى والتى تتميز بانحدارات منتظمة وهذا غالباً لا يكون إلا فى مناطق السهول، وأيضا فى المناطق الهضبية ذات الأسطح شبه المستوية وهذا يعنى أن هذه الطريقة تتناسب مع الظاهرات ذات التاريخ الفزيوغرافى البسيط، **انظر الشكل رقم (١٥٠)**.

وقد استخدم كل من رديس وهنرى نفس الطريقة وقاما بتطبيقها فى شرق الولايات المتحدة الأمريكية (ولايات ماساتشوستس، روداىلند، كنيتيكت) وخرجا بنتائج غير مرضية، مما جعلهما يفكران فى طريقة أخرى جديدة اعتمدت على تقسيم الخريطة إلى مربعات صغيرة على أساس كثافة خطوط الكنتور فى كل مربع.

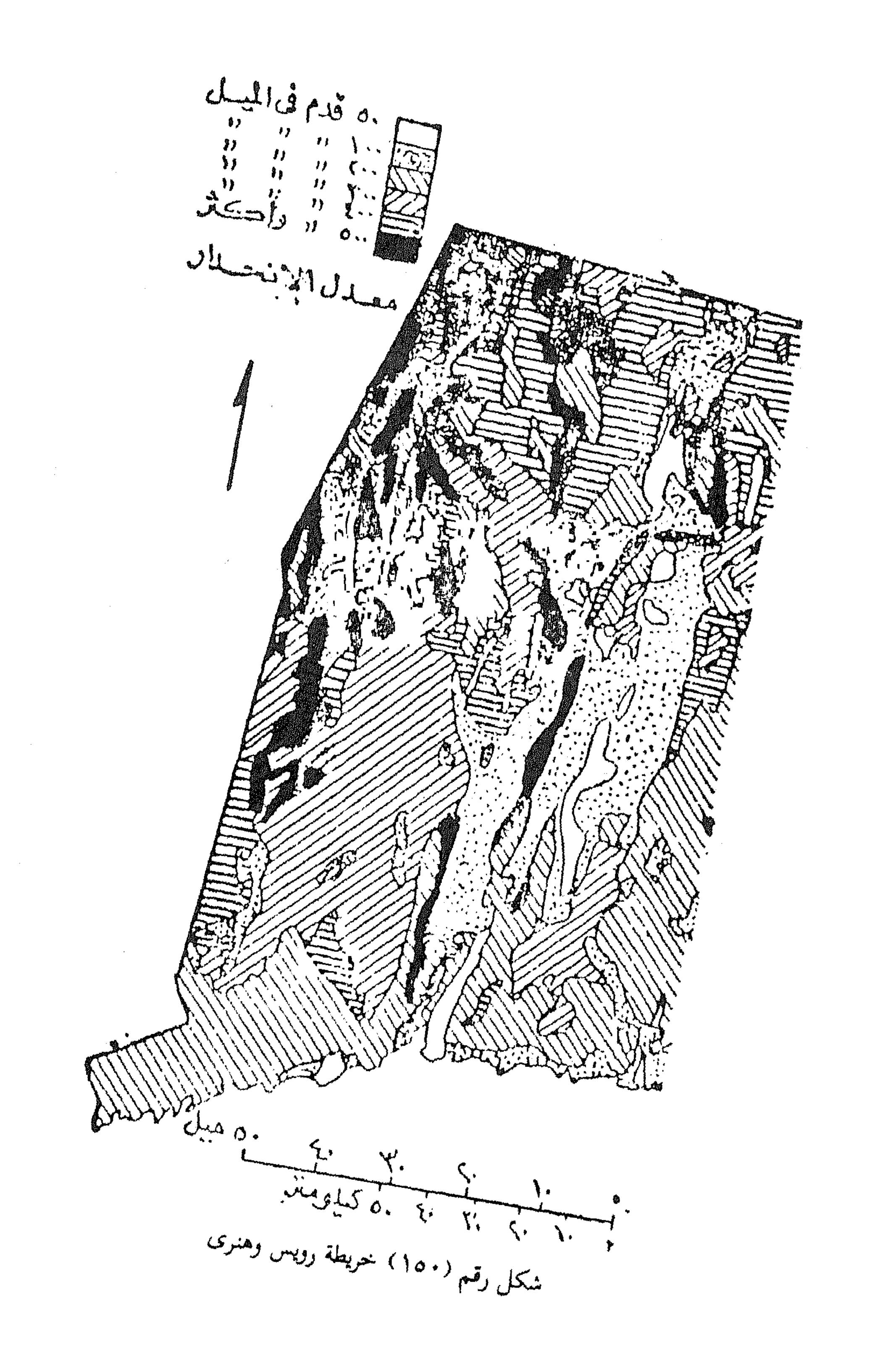
وما من شك فى أن هذه الطريقة تعد من الطرق المثالية فى المناطق ذات التباين النسبى القليل بين التضاريس ومن ثم فهى لا تصلح كمعيار لمعرفة التضاريس المحلية فى السهول التحاتية حيث الأودية العميقة والتلال البارزة، كما أنها لا تصلح فى المناطق المعقدة جيولوجياً والتى تعاقب عليها أكثر من دورة تحاتية.

٢- خريطة معدل ارتفاع التضاريس:-

وتهدف هذه الخريطة إلى توضيح نسبة الأراضى- المرتفعة أو المنخفضة - إلى اجمالى مساحة الخريطة، كما أنها تفيد بشكل عام فى التعرف على أنواع الانحدارات.

---

(١) طه جاد مرجع سبق ذكره، ص ٩٤.



شكل رقم (١٥٠) خريطة رويس وهنرى

وتقوم فكرة تصميم هذه الخريطة على معرفة أعلى منسوب لسطح الأرض داخل وحدات مساحية منتظمة كالمربعات أو المستطيلات وهى تحدد من قبل الكرتوجرافى، ولتصميم هذه الخريطة نتبع الخطوات التالية:-

١ - إحضار الخريطة الكنتورية المطلوب العمل بها.

٢ - إحضار ورقة الكلك ووضعها على الخريطة ورسم شبكة المربعات عليها.

٣ - قراءة أعلى خط كنتور يمر بداخل كل مربع.

٤ - تسجيل القيم داخل المربع.

٥ - تُظلل المربعات بدرجات ظل حسب القيم الموجودة داخل كل مربع ويحدد الفاصل الرأسى المستخدم فى الخريطة.

٦ - تمحى أضلاع المربعات المتجاورة والمتساوية فى قيم معدل الارتفاع وذات الظل الواحد.

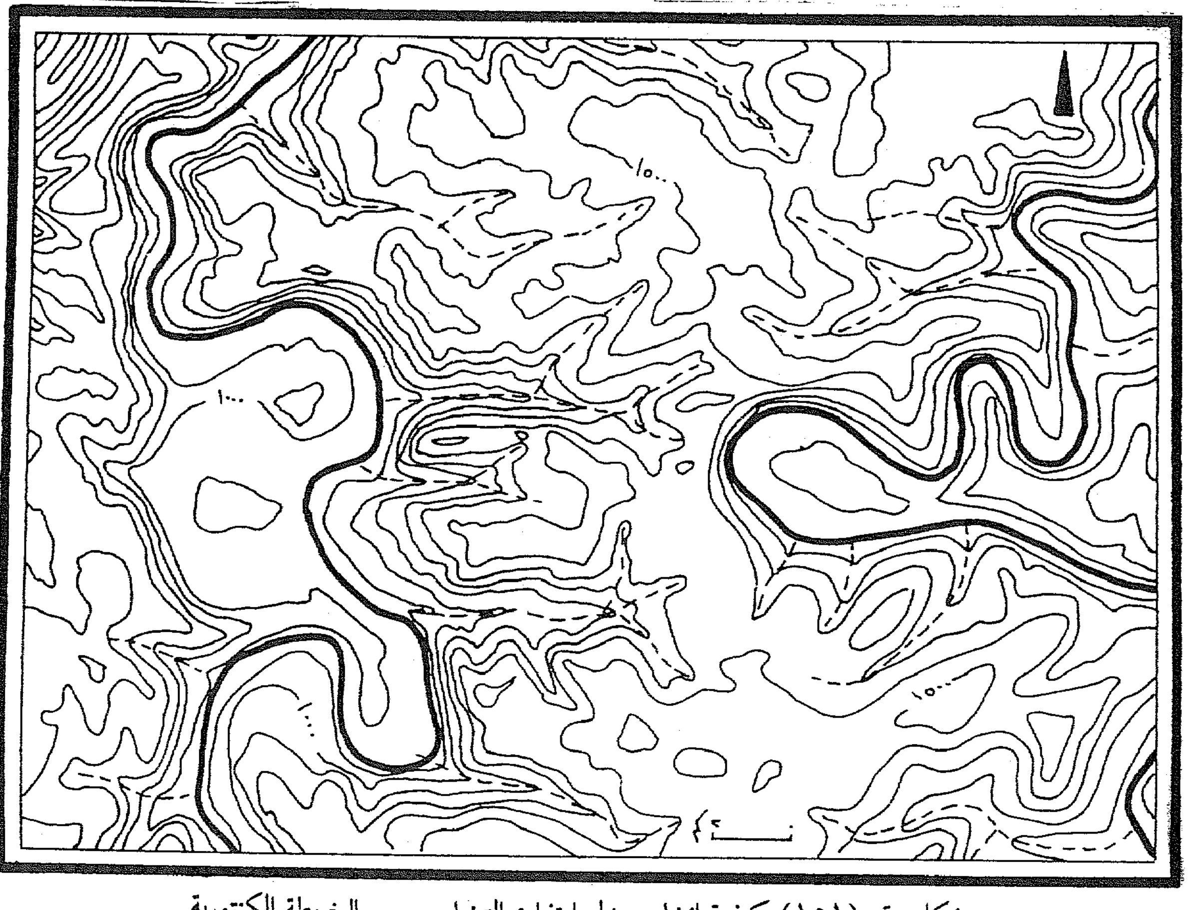
انظر الشكل رقم (١٥١) وصمم بواسطته خريطة توضح معدل ارتفاع التضاريس.

٣- خريطة معدل الانحدار:-

تعتمد هذه الخريطة فى إنشائها على الخريطة الكنتورية وفكرتها قائمة على تمثيل درجات الانحدار بطريقة التوزيع بالنقطة المنتظمة الشكل المحددة المدلول، ومن الناحية النظرية فهذه الطريقة تعد تعبير كمى صحيح عن درجات الانحدار، إذ يمكن عد هذه النقط وبالتالى أخذ انطباع سريع وصحيح عن المناطق ذات الانحدار الشديد والأخرى بطيئة الانحدار طبقاً لتقارب وتزاحم هذه النقط أو تباعدها وانتشارها ولتصميم هذه الخريطة نتبع الخطوات التالية:-

١ - إحضار الخريطة الكنتورية المطلوب العمل بها ويفضل أن تكون ذات مقياس رسم تفصيلى.

٢ - إحضار ورقة كلك ووضعها فوق الخريطة الكنتورية ورسم شبكة من المربعات عليها بحيث يمثل كل مربع مساحة قدرها كيلو متراً مربعاً واحداً فى الطبيعة، وترسم هذه المربعات بالقلم الرصاص حسب مقياس رسم.



شكل رقم (١٥١) كيفية إنشاء معدل ارتفاع التضاريس من الخريطة الكنتورية

٣- يُحسب معدل انحدار سطح الأرض داخل كل مربع من هذه المربعات وذلك بالمعادلة التالية :-

$$\frac{\text{عدد خطوط الكنتور التى تمر فى المربع × الفترة الكنتورية}}{\text{٣٣٦١}}$$

٤- تُسجل داخل كل مربع ناتج المعادلة السابقة وهو معدل الانحدار.

٥- تمثل قيم معدلات الانحدار بنقط ذات حجم منتظم.

٦- يُختار لكل نقطة مدلول كمى للدلالة على معدل الانحدار كأن يكون مثلاً كل نقطة تمثل ١° أو ٢/١° أو ٢° أو ٣°.

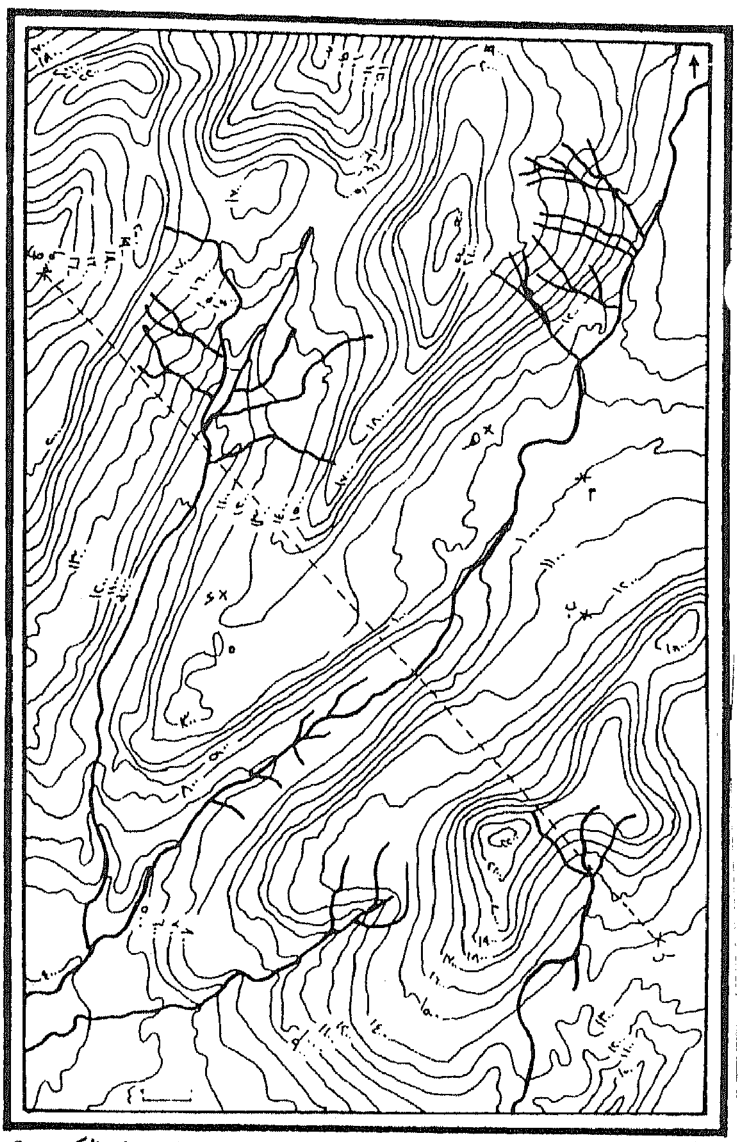
٧- يحدد عدد النقط داخل كل مربع حسب المدلول الكمى المختار للنقطة وحسب معدل الانحدار.

ويراعى أن يكون حجم النقطة مناسب فلا يختار حجم كبير فتتلاحم هذه النقط مع بعضها البعض فى المناطق ذات معدل الانحدار البطئ، كما لا ينبغى أن تكون ذات حجم صغير للغاية كما يراعى أيضاً أن يتم توزيع النقط داخل كل مربع بطريقة عشوائية وليست منتظمة ويُفضل الاستعانة بالخريطة الكنتورية فى التوزيع لتكثيف النقط فى المناطق التى يزداد فيها عدد خطوط الكنتور وذلك لتخرج خريطة معدل الانحدار متفقة تماماً مع تدرج كثافة خطوط الكنتور.

٨- تمحى المربعات المرسومة فتظهر الخريطة بالشكل النهائى .

انظر الشكل رقم (١٥٢) وصمم منه خريطة معدل الانحدار.

ولعل من عيوب هذه الخريطة أنها تعتمد وبشكل كبير على الخريطة الكنتورية ولذلك فإن التصميمات المرسومة بها الخريطة الكنتورية تنتقل إليها كما أن هذه الطريقة لا تصلح إلا للمناطق المتباينة التضرس، فالمناطق المتجانسة فى درجة انحدارها لا يسهل توضيح تفصيلات معدلات الانحدار بها، ولكن بشكل عام فالخريطة مفيدة فى إعطاء الصورة العامة لمعدلات الانحدار خاصة إذا ما صمم الكرتوجرافى مجموعة مربعاته بأبعاد صغيرة.



شكل رقم (١٥٢) كيفية إنشاء معدل الانحدار من الخريطة الكنتورية

٤ – المجسمات:–

تعبر المجسمات عن مظاهر سطح الأرض المختلفة بأبعادها الثلاثة ولعل فى المجسمات تمثيل أفضل من الخريطة الكنتورية للمظاهر المختلفة فى كونها توضح شكل سطح الأرض وبنيتها فى آن واحد، ويمكن رسم مجسم لأى مظهر چيومورفولوجى يشغل على الخريطة الكنتورية مساحة صغيرة، وذلك باتباع الخطوات التالية:–**انظر الشكل رقم (١٥٣)، (١٥٤)**.

١ – تصمم مجموعة من المربعات على ورقة كلك وكلما كانت أبعاد المربعات أصغر كلما كان العمل أدق.

٢- توضع ورقة الكلك على الخريطة الكنتورية المراد عمل تجسيد لبعض معالمها.

٣- تحديد اتجاه Oreintation المجسم ويعد أنسب الاتجاهات هو الذى يصنع زاوية تتراوح بين ٣٠°- ٤٥° مع المحور الصادى للخريطة الكنتورية.

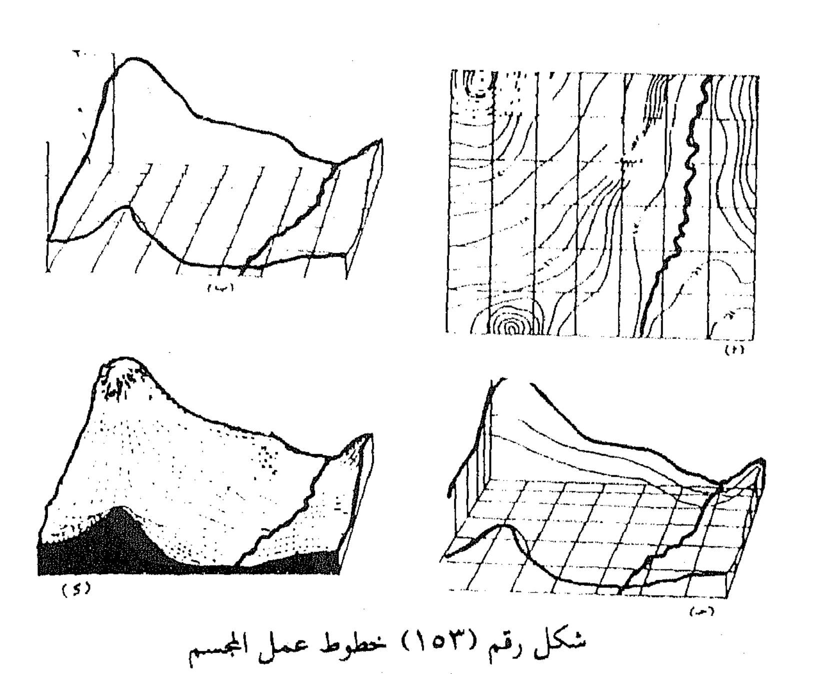
٤- تقام أعمدة رأسية عند الأركان الأربعة للشبكة، فهذه توضح الجوانب الأربعة للمجسم.

٥- تُرسم قطاعات تضاريسية على خط أفقى من خطوط الشبكة.

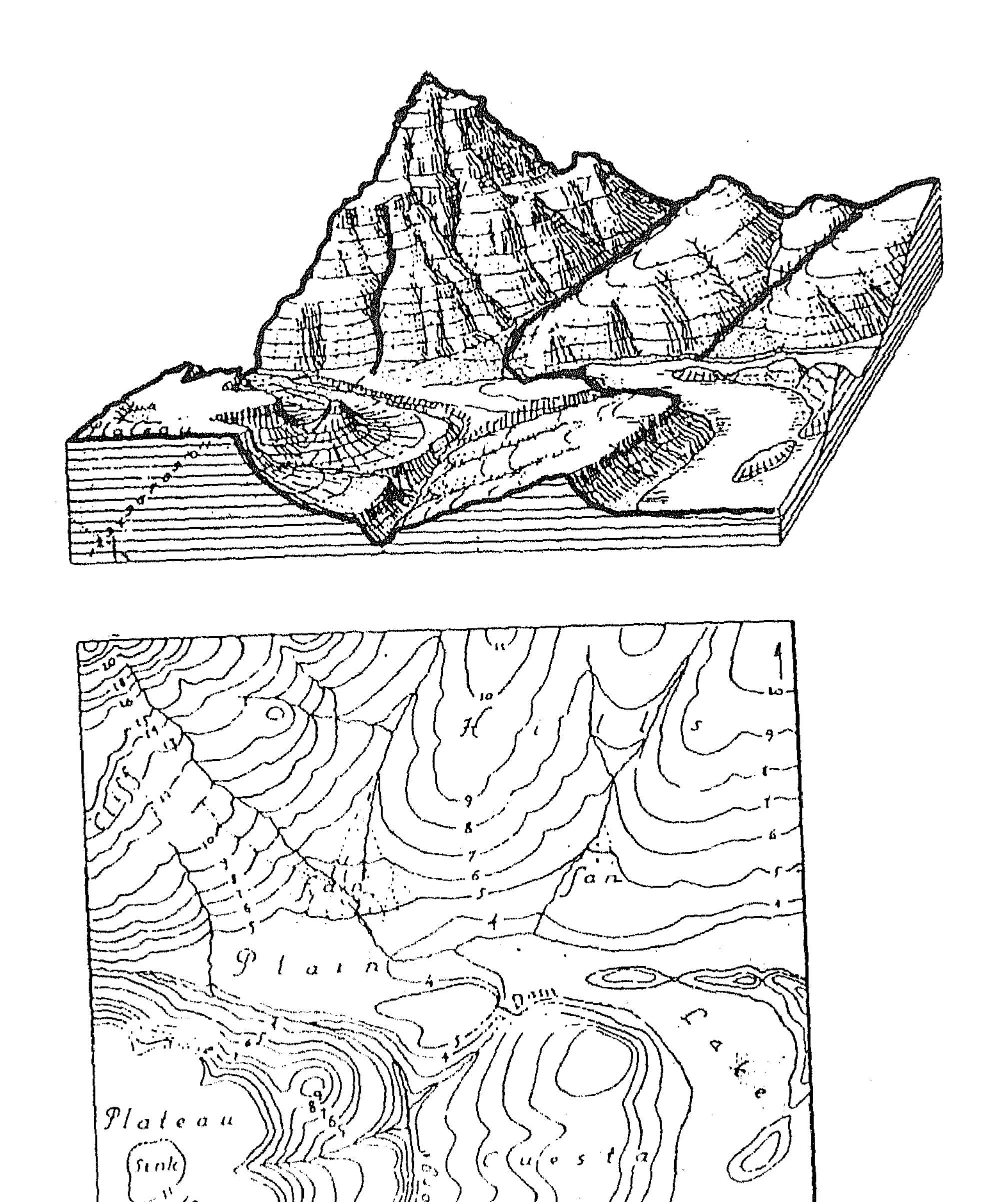
٦- لضمان الحصول على رسم مجسم ممثل للمظهر الجيومورفولوجى تُرسم خطوط الهاشور ليستفاد منها فى توضيح اتجاه انحدار سطح الأرض، أى أن خطوط الهاشور تعمل كأداة معاونة للقطاعات التضاريسية.

٧- يحبر المجسم وتُكتب أسماء المعالم الرئيسية علية.

٨- توضح نقط المناسيب الرئيسية والهامة على المجسم ويوضع عليه مقياس الرسم.

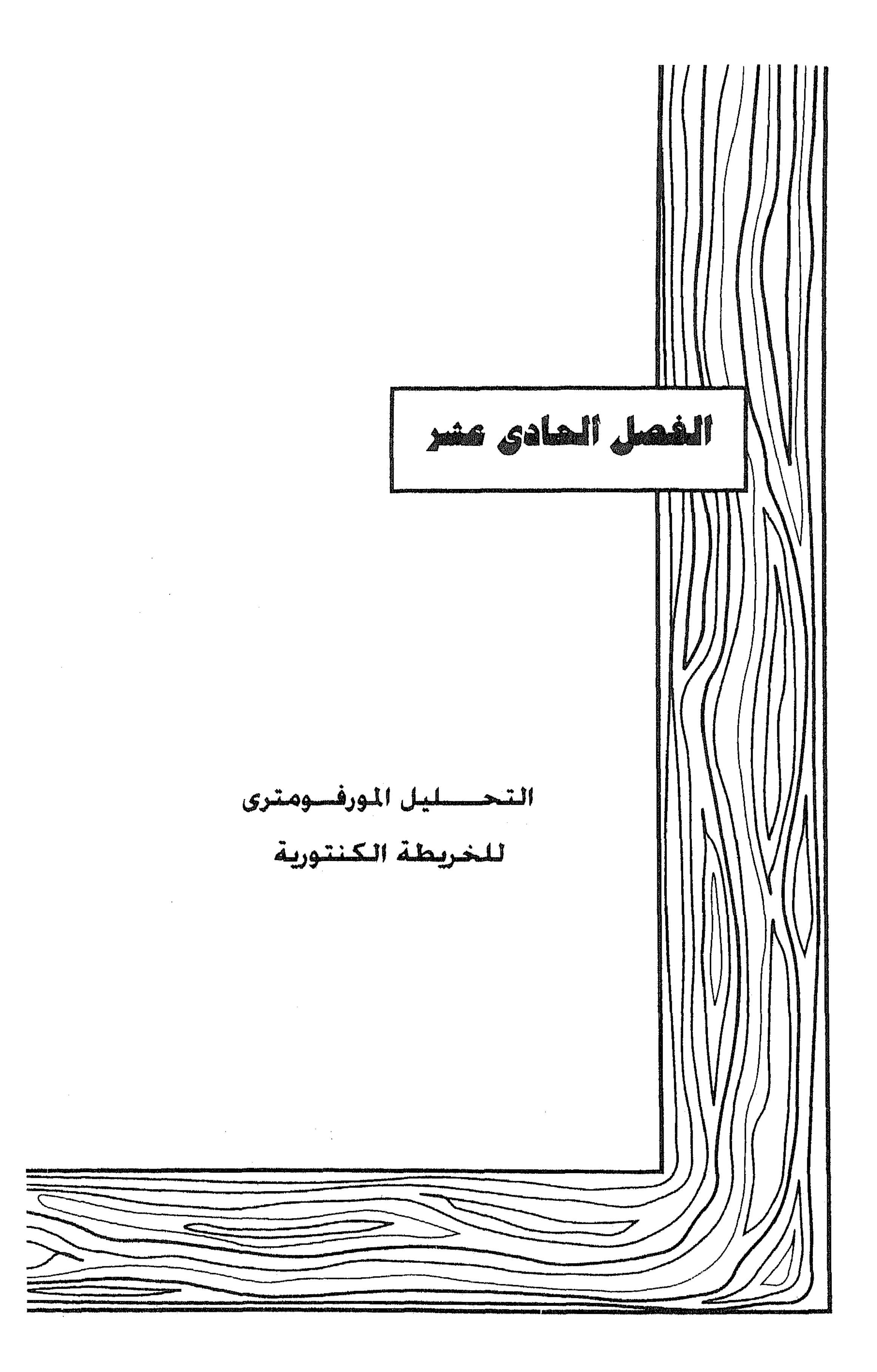


شكل رقم (١٥٣) خطوط عمل المجسم



شكل رقم (١٥٤) تمثيل المجسم

عن روبنسون وآخرين



الفصل الحادى عشر

التحليل المورفومترى للخريطة الكنتورية

يقصد بالتحليل المورفومترى ذلك النوع من التحليل الذى يتناول ظاهرات سطح الأرض معتمداً أساسا على الأرقام والبيانات المأخوذة من الخريطة الكنتورية والصور الجوية والفضائية بجانب الدراسات الحقلية فى مناطق ظهور الظاهرات المطلوب تحليلها ودراستها مثل مجرى نهر أو قطاع فى ساحل وغير ذلك من ظاهرات وأشكال.

والحقيقة أن وسائل التحليل الكمى قد بدأت تحتل مكاناً بارزاً فى دراسة الخصائص الجيومورفولوجية لأشكال سطح الأرض وتحل محل الأساليب الوصفية فى تحليل شبكات التصريف النهرى والسفوح والأحواض وأشكال الإرساب الرملى وقطاعات السواحل وما بها من ملامح مورفولوجية متعددة.

وكما ذكر آنفا فإنه من الواجب الأخذ فى الاعتبار أن الدراسة التحليلية والتفسيرية الدقيقة للخريطة الكنتورية لا بد أن تكون مزعومة بدراسة ميدانية للمكان، مع إمكانية استخدام الصور الجوية المتاحة للمنطقة بحال الدراسة، ولا ننسى كذلك مدى الفائدة التى يمكن أن تعود على النتائج من خلال الاستعانة بالخرائط الجيولوجية.

وبالنسبة لدراسة وتحليل وتتبع مراحل التطور التى مرت بها منطقة ما من الخريطة الكنتورية، فإنه فى هذه الحالة يجب الاستعانة بسلسلة من الخرائط الكنتورية أو من الصور الجوية بتواريخ مختلفة لنفس المنطقة مثل تطور لسان ساحلى Coustal spit أو تطور خط الشاطئ لمنطقة معينة أو تطور مساحة لاجون ساحلى أم تطور قطاع فى مجرى نهر ما كما سيتضح ذلك من الصفحات القادمة والتى سوف تركز الدراسة خلالها على التحليل المورفومترى لأحواض التصريف النهرى وشبكاتها مع إيجاز لاستخدام الوسائل الكمية فى معالجات مورفومترية لبعض الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى.

يهدف استخدام أساليب التحليل المورفومترى إلى زيادة معلوماتنا عن النظام الفعلى لشبكة التصريف المائى وتسهيل عملية التصنيف النوعى لها إلى جانب المساعدة فى معرفة العلاقة بين أحواض التصريف وقنواتها المائية (شبكة المجارى) ومعرفة إمكانية المقارنة بين أحواض التصريف المختلفة، ثم محاولة التوصل إلى تعميمات مفيدة وقوانين – إذا أمكن – تحكم العلاقة بين الأحواض والمجارى المائية بطرق موضوعية وأساليب رياضية [1].

١- صفوح خير، البحث الجغرافى (مناهجه وأساليبه) الرياض، ١٩٩٠، ص ٣١.

تركيب النظام النهرى:-

من الأمور الأساسية فى ذلك معالجة خصائص حوض التصريف النهرى ودراسة شبكات القنوات النهرية التى يتضمنها داخله، وكذلك منطقة تقسيم المياه التى تحده (تحيط به) وتفصله عن غيره من أحواض تصريف مائية مجاورة.

والواقع أن تنظيم شبكة القنوات النهرية ذات أهمية كبيرة، لأنها تعكس كفاءة خطوط التصريف الرئيسية فى نقل كل من الطاقة energy والمواد materials التى تتدفق داخل نظام حوض التصريف النهرى، إلى جانب ذلك فإن العديد من الخصائص المورفولوجية للحوض (حجمه وطول قنواته وكثافة تصريفه) يمكن أن ترتبط ارتباطا مباشراً بالخصائص الهيدرولوجية مثل تصرف الماء من الحوض.

وكما نعرف فإن منطقة الحوض النهرى توجد بها مجموعة من الخصائص Proper-ties التى يمكن قياسها، مما يساعد على تحديد خصائص الشبكة وحوضها والتى يظهر الجدول التالى رقم (١) بعضاً منها والخاص بخصائص حوض التصريف.

جدول رقم (١) المتغيرات المورفومترية لأحواض التصريف النهرى.

المتغـــــير	الرمز وشكل المعادلة
أولا: هندسة الحوض:	(B. G) Basin Geometry:
١- مساحة الحوض	A U
٢- طول الحوض	L B
٣- عرض الحوض	Br
٤- محيط الحوض	BP
٥- استدارة الحوض =	مساحة الحوض بالكم٢ (AU) ÷ مساحة دائرة تتساوى مع نفس الحوض فى طول المحيط.
٦- استطالة الحوض =	قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بالكم٢ ÷ طول محيطه.
٧- شكل الحوض =	مساحة الحوض بالكم٢ ÷ مربع طول الحوض بالكم.
٨- معامل الاندماج =	محيط الحوض بالكم ÷ محيط دائرة يكافئ مساحتها مساحة الحوض بالكم.
ثانيا: قياس الارتفاعات:	
١- التضرس الكلى=	أعلى نقطة فى منطقة تقسيم المياه - أدنى نقطة (عند المصب) H=z-z
٢- معدل التضرس =	الفارق التضاريسى (التضرس الكلى) ÷ طول الحوض بالمتر Rh=H/Lb
٣- التضاريس النسبية=	التضرس الكلى بالمتر ÷ محيط الحوض بالمتر × ١٠.
٤- قيمة الوعورة=	(التضرس الكلى بالمتر × الكثافة التصريفية كم/ كم٢) ÷ محيط الحوض
٥- دليل التضرس =	CM=Hton Q حيث أن H يمثل ارتفاع المنطقة و ton Q يمثل ظل زاوية متوسط الانحدار داخل الحوض(*)
٦- معدل انحدار السطح =	ظاح= ف × ع ÷ ٣٣٦١ (رقم ثابت). حيث أن ظاح = ظل زاوية الانحدار و ف= الفاصل الرأسى بين خطوط الكنتور محسوبا بالأقدام و ع = عدد خطوط الكنتور التى تمر بخطوط القطاعات فى كل ميل واحد وتعرف هذه المعادلة بمعادلة ونتوورث Went worth Equation

* استنتج فورنيية دليل التضرس Relief index والذى إذا بلغ أقل من ٦ فيعنى ذلك أن النهر وحوضه يوجدان فى منطقة ذات مناخ معتدل وإذا زاد عن ٦ كان يوجد فى مناطق مدارية أو شبه جافة.

وعادة ما يظهر التحليل الإحصائى أن أغلب التباين فى القياسات المورفومترية لأحواض التصريف النهرى ترجع إلى التباين فى مساحة الحوض ومجمل أعداد القنوات المائية به ومعدل التضرس الكلى للحوض Tatal relief وتكرار الرتب وغيرها.

فقد ظهر أن هناك ارتباطات قوية بين المتغيرات التالية:-

أ- كل من مساحة الحوض ومجموع أطوال القنوات المائية فى كل رتبة ومتوسط أطوالها فى الرتبة الواحدة.

٢- العدد الكلى للقنوات المائية وعدد القنوات فى كل رتبة.

جـ- تكرار القنوات وكثافة التصريف ونسبة التضرس والتضرس الكلى للحوض.

ء- التضرس الكلى للحوض والتضرس النسبى المحلى لجانبى الوادى.

وقد أضاف ملتون Melton 1958 زاوية السفوح الجانبية ورقم الوعورة واعتبرهما من العناصر الأساسية الهامة فى نظام حوض التصريف، حيث تمثل جوانب الوادى النهرى مصدراً رئيسيا لرواسبه إلى جانب ما يأتى منها إلى النهر من مياه.

وقد أظهر كذلك كل من Hack and Goodletl 1960 خمسة أنواع من هذه السفوح، وإبراز مدى تأثير كل نوع منها على النهر وروافده داخل الحوض، يمكننا أن نوجزها فيما يلى:-

أ- البروز أو الأنف Nosa : تعد أجف المناطق وتبدو كنتوراتها من الخريطة محدبة فيما يشبه البروزات أو النتوءات الجبلية Spurs.

ب- السفح الجانبى Side Slope :

تأخذ كنتوراته الشكل المستقيم وهى تستقبل مياهها من البروز وعادة ما تكون أكثر رطوبة منها، ويأخذ الجريان السطحى نمطاً خطيا على طول السفح [(١)].

جـ- الثغرات: تظهر بها خطوط الكنتور مقعرة مع تباعدها باتجاه القناة النهرية وهى أكثر أنواع السفوح رطوبة.

د- أقدام السفح: وهو الجزء السفلى الأقل انحداراً على طول جانبى قناة النهر وعادة ما يتكون سطحه من مفتتات صخرية.

---

(1) Cooke, R. U., and Doornkamp, Geomorphology in Environmrmtal Management, 1974, PB.

هـ- قاع الوادى: وهو الذى يجرى خلاله النهر.

وفيما يلى دراسة تفصيلية للخصائص المورفومترية لحوض النهر:

قبل التعرض للخصائص المورفومترية لحوض التصريف النهرى يمكننا أن نظهر أهم المتغيرات المرتبطة به على النحو التالى:-

مساحة حوض النهر AU:

تتمثل أهمية مساحة الحوض كمتغير مورفومترى فى التأثير على حجم التصريف المائى داخل حوض النهر، حيث توجد علاقة طردية بين كل من المساحة الحوضية وحجم التصريف المائى بشبكة التصريف النهرى.

ويمكن حساب مساحة الحوض من الخريطة الكنتورية بواسطة عدد من طرق القياس مثلها مثل غيرها من الظاهرات الجيومورفولوجية مثل البحيرات والجزر والحواجز البحرية والدالات النهرية والمراوح الفيضية وغيرها.

ومن طرق قياس المساحات طريقة القياس بجهاز البلانيميتر الذى يعد من الأجهزة سهلة الاستخدام ودقيقة النتائج، على أن يتم القياس به عدة مرات وأخذ متوسط القياسات[١].

وتوجد وسيلة تقليدية للقياس تتمثل فى تقسيم الحوض المراد قياس مساحته على الخريطة إلى عدد من المربعات أو المثلثات ثم القيام بحساب مساحة كل مربع أو مثلث على حدة، وبالتالى يمكن حساب مساحة الحوض ككل.

ومن الوسائل الحديثة لقياس المساحات القلم المتتبع الإلكترونى Digitiser والذى يعد من أكثر وسائل قياس المساحات دقة وسرعة رغم تكلفته المرتفعة[٢]، وتوجد وسيلة أخرى تعتمد على قص المنطقة المراد قياسها من الخريطة المرسومة على ورق الكلك ثم القيام بوزنها وحساب مساحتها بعد ذلك مع الأخذ فى الاعتبار أهمية الدقة فى هذه الوسيلة والتأكد من ثبات كثافة الورق فى كل أجزاء الخريطة.

عرض الحوض:-

يتم قياسه عن طريق القيام بعمل خطوط متوازية من المصب إلى المنبع وأخذ قياسات لكل منها وإيجاد متوسط بها يمثل متوسط عرض الحوض، ويمكن الحصول عليه كذلك من

---

(١) محمود محمد عاشور، التحليل المورفومترى لشبكات التصريف النهرى، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٥، ١٩٨٣، ص ١١٧.

(٢) جوده حسنين جوده وزملاؤه، وسائل التحليل الجيومورفولوجى، القاهرة، ١٩٩١، ص ٢٩١.

خلال قسمة مساحة الحوض على طوله، ويمكننا أيضا الحصول على أقصى عرضى للحوض وهو بالطبع أطول خط من الخطوط المتوازية سابقة الذكر.

ويفيدنا هذا المتغير فى تحديد شكل الحوض من خلال النسبة بين الطول إلى العرض الحوضى.

طول الحوض:-

يمثل أحد المتغيرات المورفومترية الهامة التى ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى الخاصة بحوض التصريف، ويحدده Schumm بخط يمتد فيما بين نقطة مصب النهر حتى أعلى نقطة فى منطقة تقسيم المياه باتجاه المنبع.

ويرى ماكسويل Maxwell 1960 بأنه يمكن تحديد طول الحوض من خلال قياس طول خط موازٍ للقناة النهرية الرئيسية من المصب حتى المنبع، ويمكن حسابه أيضا من خلال خط ممتد من مصب النهر للقناة الرئيسية حتى نقطة تنصف الحوض.

محيط الحوض:-

يرتبط محيط الحوض كمتغير مورفومترى بالعديد من الخصائص المورفومترية الأخرى مثل شكل الحوض واستطالته واستدارته، ويعد فى الواقع من أيسر المتغيرات فى قياسه بواسطة المقسم Divider أو عجلة القياس أو بطريقة الخيط التقليدية[١].

أما عن خصائص الحوض المورفومترية فعادة ما ترتبط بشكله وتضاريسه، ويمكننا أن نوجزها فيما يلى.

أ- شكل الحوض:-

تفيد دراسة شكل الحوض فى تفهم التطور الجيومورفولوجى له والعمليات التى شكلته إلى جانب تفهم مدى تأثير الشكل على حجم التصريف النهرى.

ويتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية الشائعة مثل الدائرة والمستطيل، وكذلك من خلال دراسة الشكل العام له من حيث الاندماج أو الانبعاج ومن خلال النسبة بين طوله وعرضه مع الأخذ فى الاعتبار إمكانية تطبيق مثل هذه الخصائص على الظاهرات الجيومورفولوجية الأخرى، وفيما يلى إيجازاً لبعض المعاملات المورفومترية الخاصة بدراسة شكل الحوض.

---

(١) جوده حسنين وزملاؤه، المرجع السابق، ١٩٩٠، (ص ٢٩١).

١- معامل الشكل:- Form Factor

يمكن الحصول عليه من خلال قسمة مساحة الحوض بالوحدة المساحية المربعة على مربع طول الحوض بنفس وحدة القياس، ويدل انخفاض قيمة ناتج القسمة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطولها مما يجعله – أى الحوض النهرى– يقترب من شكل المثلث، حيث يشير هذا المعمل إلى كل من الطول والعرض بالنسبة لمساحة الحوض.

٢- معدل الاستدارة Circularity

يتم حسابه من خلال قسمة مساحة الحوض بوحدة مساحية مربعة على مساحة دائرة لها نفس محيط الحوض، ويعنى ارتفاع قيمة ناتج القسمة باتجاه الواحد الصحيح اقتراب شكل الحوض من الدائرة والعكس كلما ابتعدت عنه ، وفى الحالة الأخيرة يظهر شكل الحوض غير منتظم الأبعاد مع تعرج خطوط تقسيم المياه، مما يؤثر بالتالى على طول القنوات المائية خاصة تلك الواقعة فى الرتب Orders الأولى والثانية القريبة من المنابع[١].

٣- استطالة الحوض Basin Elongation

يمثل هذا المقياس (المعامل) النسبة بين قطر دائرة مساوية لمساحة الحوض بوحدة قياس معينة إلى أقصى طول للحوض بنفس وحدة القياس، ويتراوح الناتج ما بين صفر وواحد صحيح، وتكون الأحواض أقرب إلى الشكل المستطيل إذا ما اقترب الرقم الناتج من الصفر*.

٤- نسبة طول الحوض إلى عرضه Length/ Width Ratio

تعد من أبسط المعاملات المورفومترية الخاصة بقياس مدى استطالة الحوض، ويدل ارتفاع قيم هذه النسبة على شكل الحوض من المستطيل وذلك وفقا لما ذكره ملرMaller 1974 .

٥- معامل الاندماج Compactness - Coefficient

يمكننا الحصول عليه من خلال قسمة طول محيط الحوض بوحدة قياس معينة على محيط الدائرة التى تتساوى مساحتها مع مساحة الحوض، ويعنى ما سبق أن الشكل يقاس هنا بدلالة محيط الحوض كأساس للقياس[٢] والمقارنة بدلالة المساحة الحوضية، وتشير قيمه

---

(١) حسن رمضان سلامه، الخصائص الشكلية ودلالاتها الچيومورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد ٤٣، ص ٠٦.

* قطر الدائرة التى تتساوى مع مساحة الحوض = ٢ $\sqrt{\text{مساحة الحوض} \times \frac{٢٢}{٧}}$

(٢) جوده حسنين وزملاؤه، المرجع السابق، ص ٣٢٠.

المنخفضة إلى أن حوض التصريف النهرى قد قطع شوطاً أطول فى مراحل تطوره، أما قيمه المرتفعة فتدل على أنه يتميز بمحيط طويل على حساب مساحته وبشكل أوضح فإن محيطه متعرج وشكله أقل انتظاماً.

ب- تضرس حوض التصريف النهرى:-

تبرز أهمية دراسة تضرس الحوض النهرى باعتباره انعكاساً لنشاط عمليات التعرية وأثرها فى تشكل سطح الأرض داخل حدود الحوض إلى جانب إبرازه لأثر أنواع الصخور وخصائصها الليثولوجية.

١- معدل التضرس Relief Ration

يتم الحصول على معدل التضرس من خلال قسمة تضاريس الحوض (الفرق بين أعلى نقطة داخل منطقة تقسيم المياه وأدنى نقطة والتى عادة ما تكون عند المصب). إلى طول الحوض، وتتناسب قيمة هذا المعدل تناسباً طردياً مع درجة تضرس الحوض وفقا لما ذكره Schumm L95.

٢- التضاريس النسبية Relative Relief

يمكن الحصول عليه من خلال قسمة تضاريس الحوض على محيطه بالكيلومتر × ١٠.

وتوجد علاقة ارتباطية سالبه بين تضاريس النسبية ودرجة مقاومة الصخر لعوامل التعرية وذلك فى حالة ثبات الظروف المناخية[١].

٣- معدل انحدار سطح الحوض: Averag Slope

ويأخذ شكل القانون التالى:-

ظا ح = ف × ع ÷ ٣٣٦١ (رقم ثابت).

ويقصد به المتوسط العام لانحدار سطح الأرض داخل الحوض.

بالنسبة للمستوى الأفقى للسطح ويمكن الحصول عليه بالقيام برسم عدد من الخطوط القطاعية داخل الحوض أو أى منطقة أخرى وذلك فى اتجاهات مختلفة بالخريطة الكنتورية وبعد ذلك يتم حصر عدد خطوط الكنتور التى تقطعها هذه الخطوط ثم يتم إيجاد متوسط انحدار السطح باستخدام معادلة ونتوورث سابقة الذكر[٢].

---

(١) جوده حسنين وزملاؤه، المرجع السابق، ص ٣٢٤.

(٢) حسن سيد أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا، الطبعة الخامسة، بيروت، ص ٧٢.

٤- معدل ارتفاع المنطقة الحوضية: Elevation Relief Ratio. يمكننا من خلال تطبيق هذا المعدل الحصول على نسبة مساحة كل جزء من أجزاء المنطقة سواء كانت جبلية أو هضبية أو سهلة إلى جملة المساحة ويتم ذلك من خلال الخريطة الكنتورية بالبلانيميتر ويمكن معرفة معدل الارتفاع كذلك عند تحديد متوسط ارتفاع المنطقة وطبيعة سطحها المحلى كما يظهر ذلك من المعادلة الآتية م ع = $\frac{م - أ}{ض}$

حيث أن م ع = معدل الارتفاع و ض = التضرس الكلى (الفارق بين أعلى نقطة وأدنى نقطة) و م = متوسط ارتفاع المنطقة.

و أ = أدنى منسوب.

ثانيا: الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائى بأحواض التصريف النهرية:

يعد الشكل العام لروافد النهر بروائبها المختلفة داخل حوضه نتاجاً أو انعكاساً للعلاقات بين خصائص صخور المنطقة وأشكالها التركيبية من جانب وظروف المناخ (الحالى والقديم) من جانب آخر، حيث تعكس خصائص الصخور من حيث درجة النفاذية والصلابة Hardness والانحدار العام لسطح الأرض والصور البنائية (التركيبية) من صدوع وفواصل Joints وقواطع Dykes وشقوق fissures وغيرها وأثر كل ذلك فى تعديل المظهر العام لشكل التصريف وتحديد نشاط مجارية بالإضافة إلى درجة التطور الجيومورفولوجى لحوض الوادى[1].

ويتم قياس خصائص التصريف النهرى من خلال حساب معدلات التشعب التى تظهر أهميتها فى ارتباطها بمعدلات التصرف، حيث توجد علاقة بين حجم التصرف ومعدل التشعب، فكلما قل التشعب زاد خطر الفيضانات عقب حدوث السيول أو زيادة الوارد من المياه إلى النهر.

ويوضح الجدول التالى رقم (٢) عدداً من المتغيرات الهامة المرتبطة بشبكات التصريف المائى داخل الحوض النهرى والتى يمكن من خلال تفهم أبعادها وخصائص علاقاتها ببعضها إبراز العديد من خصائص المورفومترية والمورفولوجية للنهر وروافده داخل أحواضها.

---

(١) حسن سيد أبو العينين، المرجع السابق، ص ص ٤٣٦ - ٤٥٣.

جدول رقم (٢) عدد من المتغيرات المورفومترية لشبكات التصريف النهرى

المتغـــــير	الرمز أو شكل المعادلة
أولاً: شبكة التصريف:	
١- رتبة النهر	U (م)
٢- عدد المجارى فى الرتبة	Nu (ع م)
٣- نسبة التشعب	س ن = ع م ÷ ع م + ١
٤- مجموع طول المجارى فى الرتبة	L U
٥- متوسط طول المجارى فى الرتبة	Lu= Lu/ Nu
ثانيا: كثافة التقطع	Density of dissection
١- الكثافة التصريفية =	مجموع أطوال المجارى÷ المساحة الكلية لحوض النهر، فإذا ما بلغت الكثافة مثلاً (١٥) فمعنى ذلك أن هناك ١٥ كم من المجارى لكل كم٢.
٢- نسيج الحوض	(نسبة التقطع الطوبوغرافى= طول أكثر الكنتورات تعرجاً ÷ طول محيط الحوض.
٣- تكرار القنوات أو المجارى=	عدد المجارى فى الرتبة ÷ مساحة الحوض.
ثالثا: مقاييس أخرى:-	
١- دليل التضفر	(BI) Braiding Index ويأخذ الشكل التالى BI= 21/M حيث أن BI = دليل التضفر l = مجموع أطوال الجزر الصخرية داخل المجرى M= طول المجرى مقاساً من منتصف المسافة بين جانبيه.
معامل التعرج=	الطول الفعلى بين نقطتين ÷ طول الخط المستقيم بين نفس النقطتين، ويستخدم هذا المعامل فى قياس قطاعات الأنهار أو خطوط الشواطئ وغير ذلك لإبراز درجة التعرج بحيث أنه كلما زادت القيمة الناتجة عن واحد صحيح كلما زاد تعرج الخطوط.

١ – معدل التشعب Bifurcation Ratio

يقصد به النسبة بين عدد القنوات المائية لرتبة ما وبين عدد القنوات المائية للرتبة التالية بها.

ويعد معدل التشعب من المقاييس المورفومترية الهامة نظراً لأنه يعتبر أحد العوامل التى تتحكم فى معدل التصرف، إلى جانب أنه كلما زاد معدله زاد خطر الفيضانات.

ويعتمد أسلوب تحليل شبكة التصريف المائى على ترتيب الروافد المائية بشكل هرمى، حيث تتألف مجارى الرتبة الأولى من مسيلات أو روافد صغيرة تليها رتبة أعلى، أكبر حجما وأكثر اتساعاً وطولاً، وتوجد أساليب مختلفة لترتيب المجارى المائية داخل أحواضها، أكثرها شيوعاً واستخداماً طريقة شتيلر Slrahler [١].

ويوضح الشكل التالى رقم (١٥٥) أن أصغر المجارى والتى لا تتصل بها مجارى أخرى تمثل المرتبة الأولى وحيثما يلتقى أحدها مع مثيله يشكلان مجرى آخر أعلى رتبة يمثل أحد مجارى الرتبة الثانية، أما مجرى الرتبة الثالثة فيتشكل من التقاء مجرى من المرتبة الثانية بمثيله من نفس المرتبة، مع الأخذ فى الاعتبار أن الرتبة لا تزداد درجة إلا إذا التقى مجريان من نفس الرتبة، ومن ثم فإن التقاء مجرى من الرتبة الرابعة مثلاً بمجرى من الرتبة الخامسة لن يغير من الأمر شىء.

ويمثل ترتيب المجارى بداية التحليل الكمى لشبكة التصريف المائى وذلك من خلال تطبيق المعاملات المورفومترية المختلفة.

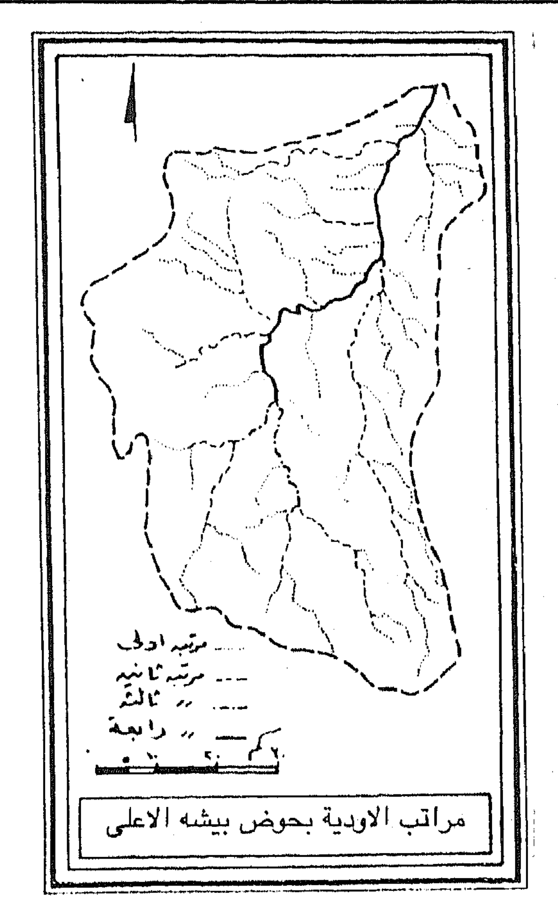
ويحسب معدل التشعب لحوض ما من خلال إيجاد معدل التشعب لكل رتبتين متتاليتين، ثم إيجاد متوسط المعدلات للرتب، **كما يظهر ذلك من الجدول التالى رقم (٣)** الذى يوضح معدل التشعب لروافد حوض وادى بيشه الأعلى بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية [٢].

1- Strahler, A. N, The Eatth Science, Haper and Row, 1965.

(٢) محمد صبرى محسوب، مورفولوجية الأراضى بمنطقة أبها الحضرية، جامعة الإمام محمد بن سعود، الرياض، ١٩٨٧، ص ٢٨.

جدول رقم (٣) معدل التشعب بحوض وادى بيشه الأعلى

الرتبة	طول الأودية كم	عدد كل رتبة	معدل التشعب	العدد لكل رتبتين	النسبة × العدد	متوسط أطوال الأودية بكم
١	٤٥٠	٤٥	٤,٩	٥٦	٢٧٤,٤	١٠
٢	٢٠	١١	٣,٦٦	١٤	٥١,٢	١,٨
٣	٤	٣	٣	٤	١٢	١,٣
٤	٧	١				٧
المجموع	٦٠				٣٣٧,٦	



شكل رقم (١٥٥)

يتضح من الجدول السابق والشكل رقم (١٥٥) أن عدد روافد وادى بيشه الأعلى ٥٩ رافداً من الرتب الأولى والثانية والثالثة، يبلغ مجموع أطوالها ٤٧٤ كيلو متر، حيث يبلغ مجموع روافد الرتبة الأولى ٤٥ رافد ومجموع أطوالها ٤٥٠ كيلو متر بمتوسط طول عشرة كيلو مترات، ويبلغ عدد روافد الرتبة الثانية ١١ رافدا بمجموع أطوال ٢٠ كيلو متر، ومتوسط الطول ١,٨ كيلو متر[١].

ويقل العدد فى الرتبة الثالثة إلى أربعة فقط بمتوسط طول ١,٣ كيلو متر، ويبلغ طول الوادى الرئيسى حتى خط عرض ١٩° ش سبعة كيلو مترات، ويبلغ معدل التشعب بين هذه الرتب على التوالى ٤,٩ - ٣,٦٦ و٣ فقط.

وطبقا لقانون شتلر فإن معدل التشعب لحوض وادى بيشة الأعلى يبلغ ٤,٥٦ وذلك نتيجة قسمة نسبة التشعب فى العدد وقيمتها ٣٣٧,٦ ÷ مجـ العدد لكل رتبتين وقيمته ٠٧٤ .

ويمكننا من الأرقام الواردة بالجدول السابق أن نخرج بالملاحظات التالية:-

- بينما يبلغ متوسط طول مجارى الرتبة الأولى ١٠ كم، نجد أن متوسط طول أودية الرتبة الثانية × و١كم فقط وفى الرتبة الثالثة ١,٣ كم٢ ويبلغ طول الوادى الرئيسى (الرتبة الرابعة) ٧ كم.

- يرجع السبب فى زيادة أطوال روافد الرتبة الأولى إلى شدة تعرجها، حيث تلتف حول الكتل الجبلية، إلى جانب أن بعضها يمتد خلال خطوط صدعية لمسافات بعيدة نسبيا.

٢- كثافة التصريف Drainage Density

تبدو أهميتها فى كونها تعبر عن أثر كل من نوع الصخر ونظامه والتربة والتضاريس والغطاء النباتى، وتظهر كذلك أثر الإنسان على شبكة التصريف المائى.

وفيما يلى بعض المقاييس التى تستخدم فى التعبير عن درجة كثافة التصريف النهرى.

أ- الكثافة التصريفية:-

تمثل العلاقة النسبية بين أطوال القنوات النهرية والمساحة التجميعية لأحواضها، فعندما تزداد أعداد وأطوال القنوات المائية تقل درجة انحدار سطح الأرض داخل الحوض، ويمكننا من خلال المعامل تفهم درجة نمو وتطور نظم التصريف بالحوض النهرى[٢].

(١) محمد صبرى محسوب، المرجع السابق ١٩٨٧، ص ٢٩.

(٢) حسن أبو العينين، المرجع السابق، ص ٤٥٥.

ويتم حساب الكثافة التصريفية من القانون التالى:

الكثافة التصريفية = مجموع أطوال المجارى ÷ مساحة الحوض.

وتبلغ قيمتها فى حوض وادى بيشه ٠،٨ وهى كثافة أقل قليلا من المتوسط وفقاً لهورتون Horton الذى يرى أن الكثافة التصريفية ترتفع إلى ١،٢٤ كم/ كم٢ فى المناطق المضرسة ذات الصخور الصماء والمطر الغزير، بينما تنخفض فى المناطق التى تجرى فيها الأنهار فى صخور عالية النفاذية.

ب- تكرار المجارى: يتم من خلاله قياس النسبة بين أعداد القنوات المائية داخل الحوض- بصرف النظر عن طولها - والمساحة الحوضية، ويعد بذلك واحداً من المقاييس التى تبرز كثافة التصريف.

جـ- معدل بقاء المجارى: اقترحه Schumm للدلالة على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من قنوات شبكة التصريف، بمعنى أنه كلما كبرت قيمة النتائج كلها دل ذلك على اتساع المساحة الحوضية على حساب قنوات مائية محدودة الطول.

ويأخذ شكل المعادلة التالية:-

$$\text{معدل بقاء المجرى} = \frac{\text{المساحة الحوضية}}{\text{مجموع أطوال المجارى}} = \frac{1}{\text{الكثافة التصريفية}}$$

أى أن معدل بقاء المجرى أو القناة المائية يحسب كمقلوب جبرى للكثافة التصريفية.

٣- التباعد بين القنوات المائية:-

تتأثر درجة تباعد القنوات المائية داخل الحوض بخصائص الصخور من حيث الصلابة وكثافة الشقوق والفواصل وخطوط الصدوع داخل حوض الوادى، وتظهر صورة المعادلة الدالة على درجة التباعد أو المسافة بين القنوات داخل الحوض فيما يلى.

$$\text{متوسط المسافة بين القنوات} = \text{جا } 45 \times \frac{\text{س}}{\text{ع}}$$

حيث أن س هو خط يرسم على الخريطة بحيث يقطعه أكبر عدد من القنوات المائية (الروافد) وع هو عدد القنوات التى تقطعه، وكلما زاد الناتج دل ذلك على قلة عدد القنوات وتباعدها داخل الحوض والعكس مع انخفاض قيمة المعادلة.

وهناك مقاييس مورفومترية أخرى مثل مقياس زوايا التقاء القنوات المائية ببعضها والتى تتحكم فى اختلافها خصائص التركيب الصخرى للحوض النهرى، وأسهل طرق قياسها ما يتمثل فى قياسها من خلال مد خط مستقيم من نقطة الالتقاء حتى نهاية الرافد بغض النظر عن إنشاءاته.

أمثلة لقياسات مورفومترية لبعض الأحواض والظاهرات الجيومورفولوجية

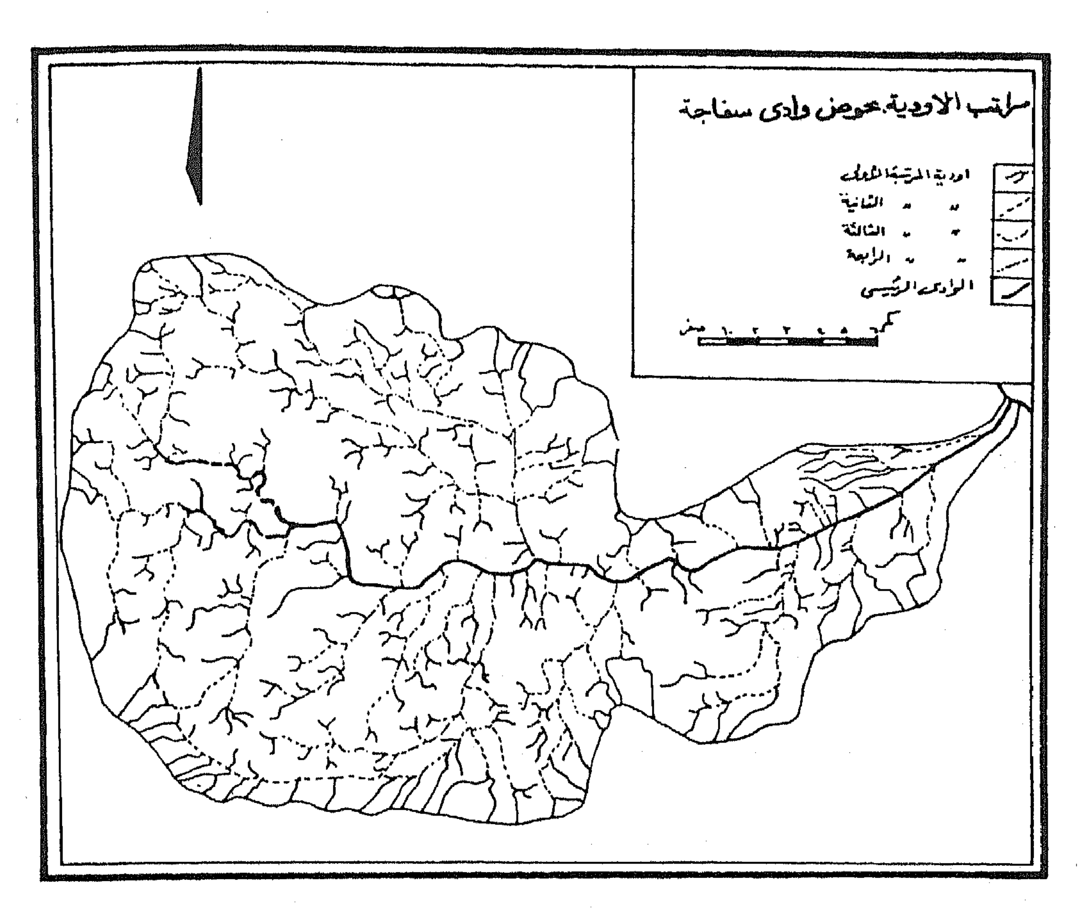
أولا: حوض وادى سفاجة بالصحراء الشرقية.

يلاحظ من الجدول التالى رقم (٤) وجود خمس رتب للقنوات المائية بحوض وادى سفاجة وعدد مجارى كل رتبة على التوالى ٣٢٤ و٩٣ و ١٩ و ٣ وواحد **(شكل رقم ١٥٦)** ونسبة التفرع بين هذه الرتب هى ٣,٦ و٤,٧ و ٦,٣ و٣ وطبقاً لقانون ستلر Strahler فإن معدل نسبة التشعب بحوض وادى سفاجة يبلغ ٣,٩ بمعنى أنه إذا كانت مجارى الدرجة الخامسة واحد تكون روافد الدرجة (الرتبة) الرابعة ٣,٩ [١].

جدول (٤) معدل نسبة التفرع بحوض وادى سفاجة

طول القنوات والروافد	مرتبة المجرى	عدد المجارى لكل رتبة	نسبة التشعب	عدد الأودية لكل رتبتين	النسبة × العدد	متوسطات الأطوال	مجموع متوسطات أطوال الأودية
١٩٠	١	٣٢٤	٣,٦	٤١٧	١٥٠١,٢	٠,٦	٠,٦
١١٠	٢	٩٣	٤,٧	١١٢	٥٢٦,٤	١,١٥	١,٧٥
٣٦	٣	١٩	٦,٣	٢٢	١٣٤,٦	١,٩	٣,٦٥
١٦	٤	٣	٣	٤	١٢	٥,٣	٨,٩٥
٢٠	٥	١				٢٠	٢٨,٩٥

(١) محمد صبرى محسوب، جغرافية الصحارى المصرية، الجزء الثانى، ١٩٩٠، حتى ١٩٤.



شكل رقم (١٥٦) حوض وادى سفاجة

ومن قياس أطوال جميع مجارى الأودية برتبها المختلفة أمكن التوصل إلى متوسطات أطوالها والتى نلاحظ منها التتابع فى أطوال الروافد بالرتبة الأولى حتى الرابعة أبطأ منه فى أى جزء آخر بالمناطق ذات المناخ الرطب، كما أن التدرج من طول المجارى بالرتبتين الأولى والثانية إلى الثالثة صغير إذا ما قورن بالتدرج من الرتبة الثالثة إلى الرابعة ثم يحدث الفرق الكبير بين الرتبتين الرابعة والخامسة، حيث أن متوسط طول مجارى الرتبة الرابعة ٥,٣ كم، بينما متوسط الرتبة الخامسة (الوادى الرئيسى) ٢٠ كم.

وترجع هذه الفروقات فى الأطوال إلى أن كل الروافد تقريبا من الأولى حتى الثالثة تكون قادمة من تلال مرتفعة – شديدة الانحدار – مما لا يعطى فرصة حقيقية لزيادة أطوالها، ومعظمها بلا شك تعيش مرحلة الشباب، بينما نجدها فى المرتبة الرابعة وكذلك الوادى الرئيسى

يمتد وسط تكوينات ميوسينية وبليستوسينية فى وضع شبه أفقى مما يعطيها فرصة للانعطاف وبالتالى زيادة فى أطوالها.

أما فيما يختص بنسبة التقطع* (معدل النسيج الحوضى) وتبلغ فى حوض وادى سفاجة ٤,٨ ويعنى ذلك أن النسيج داخل الحوض متوسط ويرجع ذلك رغم جفاف المنطقة إلى تضرس المنطقة وارتفاعها بالإضافة إلى خطوط الصدوع والتشققات الكثيفة بها مما ساعد كثيرا فى زيادة عدد الروافد داخل الحوض مثله فى ذلك مثل كل الأودية تقريبا بجبال البحر الأحمر.

ويجدر بنا للمقارنة أن نذكر أن نسبة التقطع فى المناطق الوعرة ذات التكوينات الرملية بولاية «داكوتا» الأمريكية تبلغ ٦٩,٧ أى حوالى ١٤ مرة قدر معدلها فى حوض سفاجة، وتبلغ الكثافة التصريفية بحوض الوادى ٠,٩٩ وهى قيمة منخفضة للغاية إذا ما قورنت بمناطق الأراضى الوعرة سابقة الذكر والتى تبلغ ١١٢,٥ ، ولا شك أن ذلك يرجع إلى اختلاف الظروف المناخية والخصائص الجيولوجية والتركيبية بينهما، كما يرجع ذلك فى جانب منه إلى أن الأرقام والبيانات هنا أخذت من خرائط صغيرة المقياس (١ : ١٠٠,٠٠٠).

ثانيا بعض الخصائص المورفومترية لأحواض أودية أبو سمرة وجابر والضبعة بساحل مصر الشمالى.

أ- الأحواض [خصائصها المورفومترية].

١- شكل الحوض

تتعدد كما رأينا المعاملات المورفومترية التى تقارن أشكال الأحواض النهرية بالأشكال الهندسية وسوف نطبق بعض هذه المعاملات على النحو التالى:

- معدل الاستطالة: يرتفع معدل الاستطالة فى كل من حوضى وادى أبو سمرة ووادى جابر كما يتضح ذلك من الجدول التالى رقم (٥) **والشكل رقم (١٥٧)** فيصل فى الأول إلى ٠,٨٦ وفى الثانى ٠,٩٢ مما يعنى أنهما بعيدان عن الشكل المستطيل ويدل ذلك أيضا على

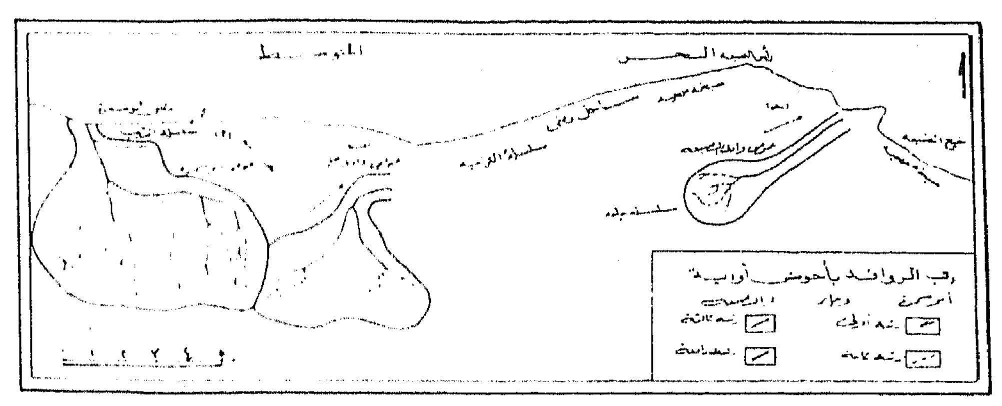
* تقسم نسبة التقطع إلى ٣ درجات
الخشنة أقل من ٤
المتوسطة ٣- ١٠.
ناعمة أكثر من ١٠.

بساطة تضاريس حوضيهما التى بدورها ترتبط بخصائص الصخور وسهولة تعريتها رغم الجفاف النسبى الذى يسود المنطقة ككل.

وفى الحوض الثالث ينخفض المعدل إلى ٢٣، مما يدل على اقترابه الواضح من الشكل المستطيل، ويرتبط ذلك باتجاه الجريان نحو الشرق متمشياً مع اتجاه محاور التضاريس الرئيسية بالمنطقة من حافات ومنخفضات من الشرق إلى الغرب.

جدول (٥) بعض القياسات المورفومترية بأحواض أودية أبو سمرة وجابر والضبعة

اسم الحوض	أقصى طول للحوض كم	عرض الحوض كم	محيط الحوض بالكم	معامل الاستطالة	نسبة العرض إلى الطول	معامل الاندماج	معامل الشكل	مساحة الحوض كم٢
أبو سمرة	٧	٤,٤	٢٢,٦	٠,٨٦	١,٧	٠,٤	٠,٥٩	٢٩
جابر	٧,٤	٣,٢	٢,٠—	٠,٩٢	١,٤٦	٠,٦٧	٠,٦٨	١٥
الضبعة	٦	١	١٣,٢			٠,٩	٠,١٧	٦



شكل رقم (١٥٧) أحواض أودية أبو سمرة وجابر والضبعة

(١) محمد صبرى محسوب، سواحل مصر (بحوث فى الجيومورفولوجيا) القاهرة ١٩٩٤، ص ٢٢٦.

- نسبة الطول إلى العرض:-

ينخفض في الحوضين الأولين (أبو سمرة وجابر) إلى ١,٧ و١,٤٦ بالترتيب، وهذا يتمشى مع نتائج تطبيق معامل الاستطالة حيث يبتعدان عن الشكل المستطيل (شكل رقم ١٥٧) بينما نجده يرتفع إلى ٦ في حوض الضبعة وهو أقربها إلى الشكل المستطيل.

- معامل الاندماج:

يبلغ في حوض وادي أبو سمرة ٤، وفي حوض وادي جابر ٦٧، بينما يرتفع قليلا في حوض وادي الضبعة إلى ٩، وهذه القيم المنخفضة تدل على أن هذه الأودية رغم صغر مساحة أحواضها قد قطعت شوطاً كبيراً من مراحل تطورها التحاتي خاصة وادي أبو سمرة.

- معامل الشكل:

بتطبيق هذا العامل على وادي أبو سمرة نجده يبلغ ٥٩، يرتفع إلى ٠,٦٨ بالتطبيق على وادي جابر ما يدل على أن الأخير أقربها للشكل الرابع - أي اقتراب بعد الحوضين من بعضهما - مما ينعكس على خصائصه الهيدرولوجية ويعكس في الوقت ذاته مرحلة النضج التي تمر بها منطقة حوض وادي جابر.

وفي حوض وادي الضبعة تنخفض قيمة معامل الشكل بصورة حادة حيث تصل إلى ١٧, فقط مما يعكس ازدياد واضح في الطول النسبي لأحد بعدي الحوض على حساب البعد الآخر.

٢- تضرس الحوض:

- معدل التضاريس:

بلغت قيمته في حوض وادي أبو سمرة ٨,٥٧ وفي حوض وادي جابر ٥,٣ يرتفع إلى ١١,٦ في حوض وادي الضبعة مما يدل على زيادة درجة التضرس في الحوض الأخير بالمقارنة بحوض أبو سمرة وحوض جابر، حيث تتناسب قيمة هذا المعدل تناسبا طرديا مع درجة تضرس الحوض كما يتضح ذلك من الجدول التالي رقم (٦).

جدول (٦) قيم معدل التضرس والوعورة والكثافة التصريفية بأحواض أبو سمرة وجابر والضبعة

اسم الحوض	قيمة معدل التضرس	قيمة الوعورة	الكثافة التصريفية
١ – أبو سمرة	٨,٥٧	٠,٩٨	١,٥١ كم٢
٢ – جابر	٥,٣	٠,٠٥	١,٢٤
٣ – الضبعة	١١,٦	٠,٠٥٣	٨,٣

– قيمة الوعورة Ruggedness Value

بتطبيق قيمة الوعورة على أحواض الأودية الثلاثة وجد أنها تتراوح ما بين ٠,٩٨ فى حوض أبو سمرة ونحو ٠,٠٥ فى كل من حوضى جابر والضبعة وهى قيم منخفضة تتميز بها عادة الأودية التى تجرى فى مناطق هينة التضاريس بشكل عام حيث ترتفع عند زيادة التضرس الحوضى أو عند زيادة أطوال المجارى على حساب المساحة الحوضية [1].

ب– الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائى بالأحواض الثلاثة.

١ – شكل الشبكة:– كما عرفنا يتم قياس خصائص شبكات التصريف من خلال حساب معدلات التشعب.

– معدلات التشعب:–

يتضح من الجدول رقم (٧) بعض الخصائص المورفومترية لشبكات التصريف المائى بالأحواض الثلاثة والتى يمكن إيجازها فيما يلى:–

(*) نقلا عن صبرى محسوب، المرجع السابق، ص ٢٢٦.

1- Schumm, S. A (1956) Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Ahnoby, New Jersy, Bull. Amer, Geo, Sc, P12.

*- يبلغ معدل التشعب ما بين المرتبة الأولى والثانية فى الحوض الأول ٢,٠٩ بينما يزيد فى وادى جابر إلى ٢,٦ ويقل إلى ٢ فقط فى وادى الضبعة.

*- يبلغ معدل التشعب في حوض أبو سمرة ٢,٩ وفي حوض جابر ٢,٣٦ يقل إلى ٢ فقط في حوض الضبعة وهذه المعدلات أقل قليلا من معدلات التشعب فى الأودية النهرية دائمة الجريان والتى تتراوح ما بين ٣-٥ وإن كانت تقترب من مثيلاتها من الأودية الصحراوية في مصر.

*- بلغ متوسط طول أودية الرتبة الأولى ٣٨،كم فى أبو سمرة و٠,٧٥ فى حوض جابر وحوض الضبعة، بينما تبلغ متوسطات أطوال المرتبة الثانية فيها على الترتيب ١,١٩ - ٠,٦٤ وكيلو متر واحد ويعنى ذلك أن متوسط أطوال الرتبة الأولى فى وادى أبو سمرة أقل كثيرا من متوسط طول المرتبة الثانية، أى أن التتابع بين الرتبتين تتابع سريع، ويرجع ذلك إلى أن أودية الرتبة الأولى تنحدر على الحافات المنحدرة ما لا يعطيها فرصة لزيادة أطوالها بالإضافة إلى أنها تعيش خصائص الشباب، بينما تمر الأودية فى المرتبة الثانية فى أراضى المنخفض الطولى أو السهل الساحلى المرتفع لمسافات طويلة نسبيا.

وبالمقارنة نجد التتابع بين روافد الرتبة الأولى والثانية فى كل من وادى جابر والضبعة يسير فى الأول بطيء للغاية حيث يزيد متوسط الأودية بالرتبة الأولى عن الثانية وذلك بسبب امتداد الأولى داخل أراضى سهلية منخفضة، وفى حوض وادى جابر يسير التتابع معتدلاً بشكل عام.

- يبلغ متوسط طول الرتبة الثالثة فى الأودية الثلاثة على الترتيب ١,٤ و٢,٢ و ٤,٢ والأخير يمثل طول النهر الرئيسى بحوض الضبعة، وترجع زيادة أطوال هذه الرتبة إلى امتدادها فى منطقة امتداد الحافات الطولية حيث تقطعها فى خطوط مستقيمة.

جدول (٧) معدلات التفرع بأحواض أبو سمرة وجابر والضبعة.

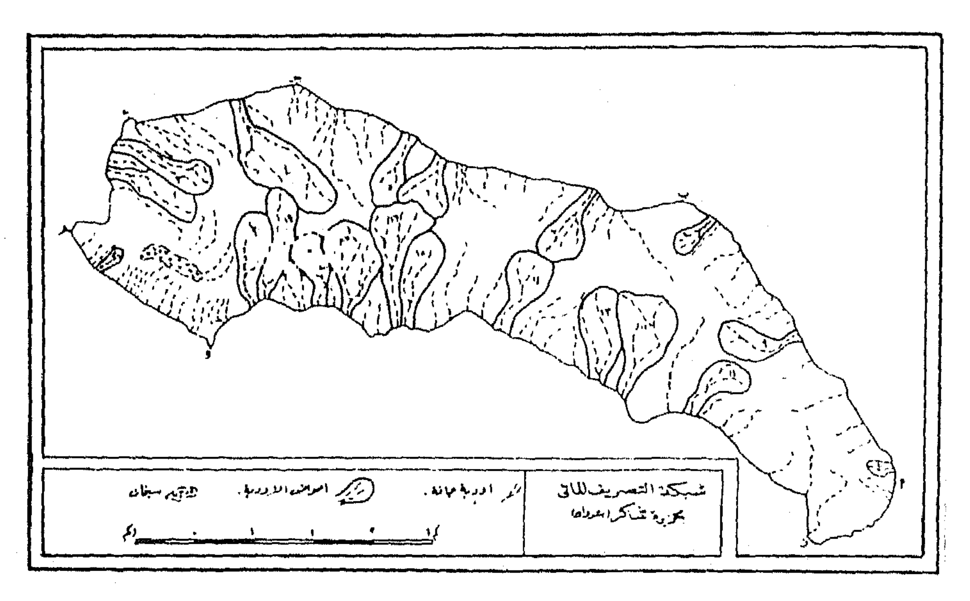
الرتبة	وادى أبو سمرة			وادى جابر			وادى الضبعة		
	العدد	التفرع		العدد	التفرع		العدد	التفرع	
١	٢٣	-		١٣					
٢	١١	٢,٠٩	٣٤	٥	٢,٦	١٨	٤٦,٨	٢	١٢
٣	٣	٣,٦٦	١٤	٢	٢,٥	٧	١٧,٥	١	٥
٤	١	٣	٤	١	٢	٣	٦	-	١
المجموع	٣٨	٨,٧٥	-	٢١	٧,١	-	٧٠,٣		١٨
م التفرع	٢,٩				٢,٣٦			؟	

٢- كثافة التصريف (الكثافة التصريفية).

تبلغ قيمتها فى وادى أبو سمرة ١,٥١ كم/ كم٢ وفى وادى جابر ١,٤ ، وفى الضبعة ١,٤ وهى نسبة منخفضة تدل على تباعد المجارى عن بعضها إلى جانب قصرها بالنسبة لمساحة أحواضها ويظهر ذلك بوضوح أكثر فى وادى الضبعة.

- **تكرار القنوات المائية**: تصل إلى ١,٣ فى وادى أبو سمرة و١,٤٤ فى وادى جابر تنخفض إلى ٠,٨٢ فى حوض وادى الضبعة.

ثالثا: بعض القياسات المورفومترية بجزيرة شدوان بالبحر الأحمر تعد جزيرة شدوان أكبر الجزر المصرية مساحة ومن أكثرها تضرساً وأعلاها منسوباً حيث تبلغ مساحتها ٤٢كم٢ وهى جزيرة طولية منحنية راجع الشكل رقم (١٥٨) يبلغ أقصى طول لها من الشمال الغربى إلى الجنوب الشرقى ١٣,٥٪ كم، وأقصى عرض لها ٤,٣ كم ومتوسط عرضها ٣,٣ كم يبلغ معدل استطالتها ٠,٤٦ وبتطبيق معامل الشكل عليها وجد أنه يصل إلى ٠,٢٣ مما يدل على أنها غير متناسقة الأبعاد.



شكل رقم (١٥٨) أودية جزيرة شدوان

١ – تتميز بسواحلها قليلة التعرج والتى تظهر مستقيمة فى قطاعات عديدة منها خاصة فى سواحل الجروف المنحدرة، يظهر ذلك بوضوح فى الجانب الشرقى من الجزيرة خاصة فى القطاع الساحلى أ ب الممتد على الطرف الجنوبى الشرقى حتى أقصى امتداد للتحدب الساحلى (شكل رقم ١٥٨) حيث يبلغ معامل التعرج هنا ١,٠٨ فقط وذلك بسبب الأصل الصدعى للساحل. وأقصى قيمة لمعامل التعرج على طول سواحل الجزيرة البالغ ٤٠كم ١,٣٦ فى القطاع د هـ من الساحل الشمالى الغربى الذى يمتد أمامه إطار مرجانى وظهور أحد الخلجان [١].

٢ – بالنسبة لسطح الجزيرة فكما ذكرنا يتميز بالوعورة والارتفاع وشدة التقطع بفعل التصدع وعمليات التعرية المائية حيث يبلغ عدد الأودية المتجهة نحو الشرق ٤٤ واديا، منها ٣٥ واديا مكونة من رتبة واحدة بمتوسط طول ٠,٨ كم، بينما يبلغ عدد الأودية ذات الرتبتين على هذا الجانب ثمانية أودية فقط تتمثل فى الأودية أرقام ٥– ٦– ٧– ٨– ٩– ١٠ بالشكل رقم

(١) محمد صبرى محسوب، المرجع السابق، ص ٢٨٤.

(١٥٨) وتتراوح أطوالها بين نصف كيلو متر فى الوادى رقم ١٠ و٢,٢ كم فى الواديين رقم ٧ ورقم ٩.

يبلغ عدد الأودية المتجهة نحو الجنوب الغربى ٤٧ واديا منها ٣٥ واديًا من رتبة واحدة متوسط أطوالها أكثر قليلا من الكيلو متر وإن كان بعضها يصل إلى نحو كيلو مترين والبعض الآخر أقل من نصف كيلو متر وخاصة تلك الأودية التى تنحدر من منطقة تقسيم المياه المحلية فى أقصى الطرف الشمالى الغربى للجزيرة، ويبلغ عدد الأودية ثنائية الرتبة فى هذا الاتجاه الجنوبى الغربى عشرة أودية يبلغ متوسط طولها ثلاثة كيلو مترات أطولها جميعا الوادى رقم ١٢ (٤ كم) وأقصرها الوادى رقم ١١، ويبلغ عدد الأودية ثلاثية الرتبة واديان فقط هما رقم ١٦ ورقم ١٧ طول الأول بروافده ٦كم والثانى ٧ كم وهو أطول الأودية بالجزيرة.

تنحدر نحو الشمال الغربى أربعة أودية منها واديان من رتبة واحدة وواديان من رتبتين الوادى رقم (١) بطول كيلو مترين والوادى رقم (٢) ذو مرتبة واحدة وطوله نصف كيلو متر.

أما الأودية الداخلية فتتكون من أربعة أودية يبلغ متوسط طولها ٦وكم تنحدر من السفوح الغربية للتلال الوسطى نحو السنجة الداخلية.

٣- بالنسبة لأحواض الأودية بالجزيرة فتتميز بصغر مساحتها حيث تتراوح المساحات ما بين ٠,١ كم٢ فى أصغرها مساحة (حوض ١٠) وحوالى ١,٥كم٢ أكبرها مساحة.

٤- تتميز أراضى أحواض الأودية بالتضرس والوعورة وبتطبيق معامل التضرس نجده مرتفع حيث بلغ (فى الحوض رقم ٢) ٢٢,٢ وهو أدنى معامل تضرس ويبلغ فى أقصاها (حوض رقم ٨) ٢٤٠وهو معامل ذو قيمة مرتفعة للغاية تدل على الفارق التضاريسى الكبير داخل الحوض رغم صغر مساحته التى تصل إلى أقل من ثلث كيلو متر مربع وطول الوادى نحو كيلو متر واحد والذى ينحدر على جروف تطل على البحر نحو الجنوب الشرقى.

٥- بتطبيق عامل الشكل وفقا لمعادلة هورتون التالية وجد أن متوسطه فى العشرين حوضا المختارة بالجزيرة ٠,٢٨ وهو رقم منخفض مما يدل على أن أحواض هذه الأودية غير متناسقة فى شكلها بشكل عام، وقد يرجع ذلك إلى أن أحواض هذه الأودية مع صغر مساحتها إلا أنها تختلف فى شكل أحواضها من المنبع إلى المصب، حيث أن عدداً كبيراً منها يميل إلى

الاستدارة قرب المنبع وإلى الاستطالة قرب المصب، ويعد الحوض رقم (٤) أقربها جميعا إلى الشكل المنتظم حيث تبلغ قيمة عامل الشكل به ٠,٩٦ يليه الحوض رقم (١٠) وقيمته عامل الشكل به ٠,٦٢٥ بينما يتدنى عامل الشكل إلى ٠,٤٦ فى الحوض (رقم ٣) وحوالى ٠,٢٧ فى الوادى (رقم ٢٠).

٦- يظهر أثر الأودية فى تضرس الجزيرة وذلك من خلال تطبيق نسبة التضرس والتى تبلغ فى الجزيرة ككل ٢١,٤ وهى نسبة مرتفعة بالمقارنة بغيرها من الجزر الأخرى، وتبلغ نسبة تقطع السطح الناتجة عن قسمة عدد الأودية على محيط الجزيرة إلى ٢,٥٧ بينما تبلغ فى جزيرة الجفتون ١,٥٢ فقط [١].

رابعا: مورفومترية بحيرة مرسى مطروح الشرقية:-

- تبلغ مساحة البحيرة ١,٥ كم٢ بالإضافة إلى نصف كيلو متر تمثل مساحة اللاجون الأزرق.

- تبلغ أطوال سواحل البحيرة متضمنة سواحل اللاجون الأزرق ستة كيلو مترات وأقصى طول للبحيرة ٣,٢٥كم ممتد فيما بين أقصى نقطة غربية حتى أقصى نقطة على الساحل الشرقى للاجون الأزرق وأقصى عرض ١,٢٥ كم ويمتد من منتصف مدخل البحيرة عند الصخرة البيضاء حتى نقطة على شاطئ المحافظة فى الجنوب (شكل رقم ١٥٩) مع متوسط عرض أقل من كيلو متر واحد، مع الأخذ فى الاعتبار ضيق منطقة اللاجون الأزرق فى الجزء الشرقى والذى لا يزيد اتساعه عن ٦٠٠ متر، بينما يبلغ طوله أكثر قليلا من ١٠٠٠ متر.

- يبلغ اتساع فتحة البحيرة ١,٢٥ كم تنتشر على طول امتدادها مجموعة من الجزيرات الصخرية المنخفضة.

- عادة ما تتخذ اللاجونات الساحلية الشكل المستطيل أو الطولى، وقد تم تطبيق معدل الاستطالة على البحيرة ويلغ ٠,٦ وبتطبيق نسبة الطول إلى العرض وهو أنها تساوى ٢,٦ مما يدل على اقتراب البحيرة من الشكل المستطيل.

(١) محمد صبرى محسوب، المرجع السابق، ص ٢٩٧.

– نظرا لأهمية العلاقة بين مساحة البحيرة وطول خط شاطئها كمؤشر للتعرف على أصلها وقد تم تطبيق معادلة «سول أرنو» وذلك لحساب معدل تطور خط الشاطئ وهذه المعادلة تأخذ الصورة التالية:–

$$\text{معدل تطور خط الشاطئ} = \frac{\text{طول خط الشاطئ البحيرى}}{\text{مساحة البحيرة} \times \frac{٢٢}{٧}}$$

$$= \frac{٧,٥}{\sqrt{٣ \times \frac{٢٢}{٧}}}$$

وتدل هذه القيمة والتى تزيد على ١,٥ على أن البحيرة تقع فى منطقة تتعرض سواحلها للنحت ويتعرض خط شاطئها للتراجع وإن كان هذا المؤشر لا يعطى الحقيقة الثابتة المتمثلة فى تعرض شواطئها للإرساب وذلك بسبب التدخلات البشرية التى أفسدت النظم الطبيعية للاجون.

– تبلغ نسبة طول مدخل (فتحة) البحيرة إلى مجمل أطوال سواحلها ٢٠,٨ ٪ وهى نسبة مرتفعة لأية بحيرة تجعلها أقرب إلى شكل الخليج البحرى.

٢– مورفومترية البحيرة الغربية بمرسى مطروح

تتمثل أهم الخصائص المورفومترية للبحيرة الغربية فيما يلى:–

– تبلغ جملة مساحتها ٤,٥ كم وطول سواحلها عشرة كيلو مترات، ويبلغ أقصى طول لها من فتحة القناة فى أقصى الشرق إلى الطرف الغربى لها أربعة كيلو مترات ومتوسط اتساعها ١٠٠٠ متر، بينما يصل أقصى عرض لها ١,٢ كم وتضيق فى جزئها الشرقى إلى أقل من ٩٠٠ متر، حيث يمتد جزء من الحاجز الشمالى فى شكل نتوء أرضى منخفض مثلث الشكل.



شكل رقم (١٥٩) أبعاد بحيرتي مطروح الشرقية والغربية

راجع الشكل السابق رقم (١٥٩).

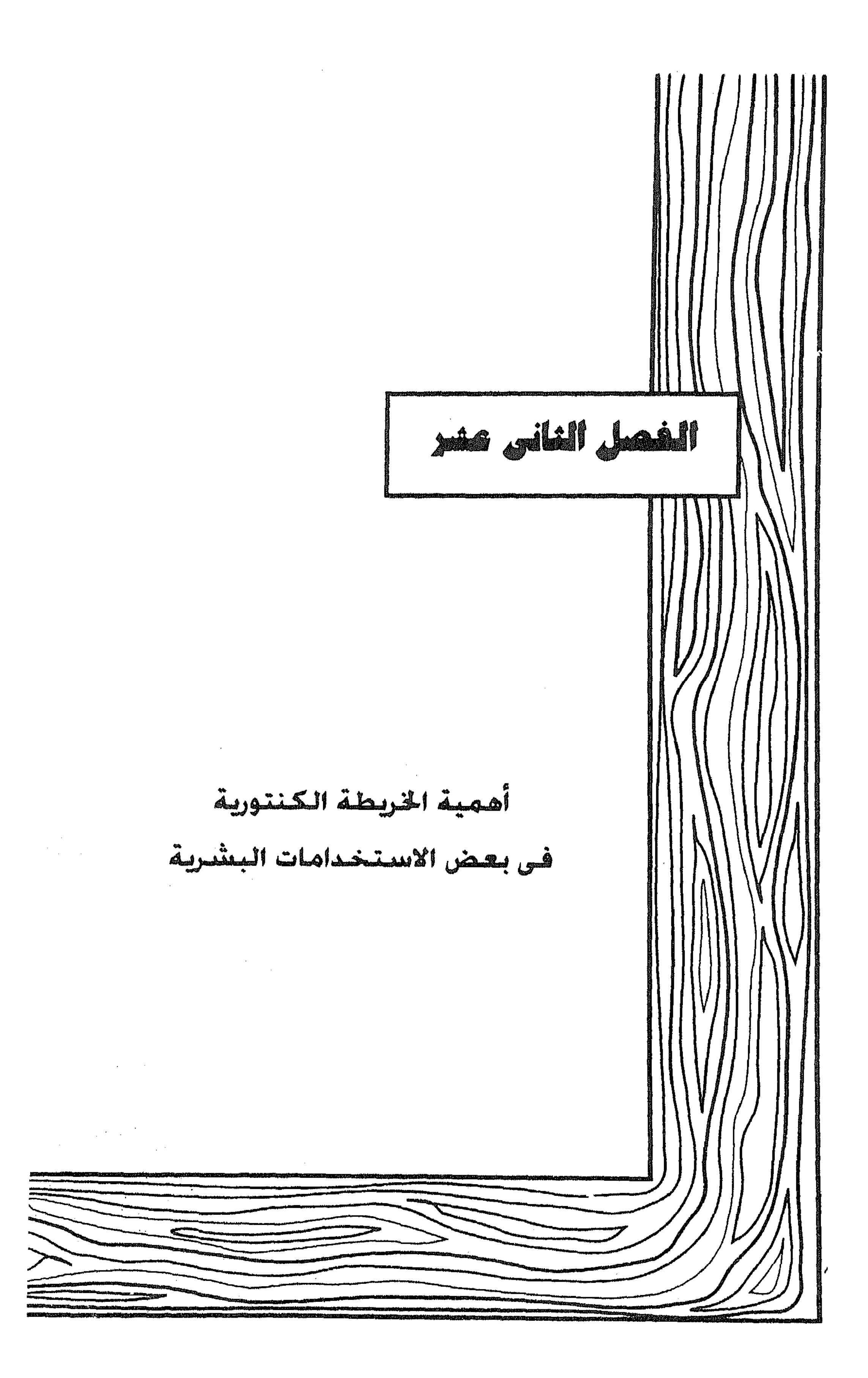
– تعد فى شكلها أقرب إلى الشكل المستطيل بالمقارنة بالبحيرة الشرقية حيث يبلغ معدل الاستطالة ٥٩ ٪.

– بتطبيق نسبة الطول إلى العرض وجد أنها تصل بهذه البحيرة ٣,٦ وهى نسبة كبيرة تدل على الاستطالة.

– بحساب قيمة معدل تطور خط الشاطئ وجد أنه يصل إلى ٢,٦٥ وهو أكبر من مثيله فى البحيرة الشرقية مما يدل على أنها تتأثر بعمليات التعرية وخاصة بعد حفر القنوات الملاحية وتعميق الميناء وبناء الأحواض [١].

---

(١) راجع بالتفصيل المرجع السابق، ص ١٠٤ حتى ١٢٨.



الفصل الثانى عشر

أهمية الخريطة الكنتورية
فى بعض الاستخدامات البشرية

الخريطة الكنتورية والاستخدام السكنى للأرض

العمران فى شكله وتكوينه من أوضح الثوابت الحضارية التى تتألف منها معالم الأرض، وهو فى حد ذاته مظهر معقد متشابك العلاقات، كما أنه نتاج لكل عناصر البيئة الجغرافية، ومن هنا فلا يمكن اعتبار السكن أو المحلات العمرانية ظاهرة بشرية لا دخل للبيئة الجغرافية فى توزيعها وتركيبها أو شكلها العام.

ومظهر سطح الأرض هو الذى يهيئ للإنسان أماكن متعددة ذات خصائص ومميزات تمكنه من الاستقرار والإنسان هو الذى يختار المكان وفقا وتبعاً لوظيفته بشرط أن يتوافر فى المكان خاصتين رئيسيتين هما: الراحة والأمن ومن هنا فيمكن القول أن مظهر سطح الأرض هو الذى يمنح ميسرات قيام العمران أولاً ويمكن توضيح أثر الخريطة الكنتورية على الاستخدام السكنى من خلال عرض الأفكار التالية:-

* انبساط السطح وسهولة انتشار مراكز العمران.
* زيادة التضرس فى السطح وأثر ذلك فى تبعثر المركز العمرانى.
* شكل خطوط الكنتور وتوجيه المساكن.
* أثر خطوط الكنتور فى خطة المحلة العمرانية.
* خطوط الكنتور واتجاهات النمو العمرانى.

*** انبساط السطح وسهولة انتشار مراكز العمرانى:-**

يؤدى استواء السطح فى مناطق عديدة من العالم إلى انتشار المحلات العمرانية، فقد اعتاد الإنسان منذ أقدم العصور سكنى السهول.

ولعل هذه الفكرة تتبلور إذا حللنا الخريطة الكنتورية والخريطة العمرانية للدلتا المصرية باعتبارها من المناطق السهلية، فالدلتا تتميز بالتجانس الطبوغرافى فهى سهل دلتاوى فسيح ينحدر سطحه تدريجيا من الجنوب إلى الشمال ويصل منسوب سطحه فى الجنوب إلى ١٨ مترا فوق مستوى سطح البحر، ومتوسط الانحدار العام حوالى ١٠,٦٠٠/١م [1] وقد أدى استواء

(1) Ball J. , Contributions to the Geograply of Egypt., Cairo ,1939, P.47

السطح فى الدلتا إلى انتشار المحلات العمرانية دون تقيد بمواضع محددة إلا أنه فى الفترات التاريخية السابقة لجأ السكان إلى سكنى المواضع المرتفعة ويرى «كارل بوتزر "Butzer. K" أن الفترة التى كانت فيها الدلتا مليئة بالمستنقعات ظهر بعض المحلات العمرانية محتلة الروابى الخطية والجسور والجزر الرملية[١].

وكلها كانت تبدو على الخرائط ذات خطوط كنتور أعلى مما يجاورها من الأراضى، وكان للتناقض البيئى Eneviro Contrast الذى عبر عنه Butzer والقائم على تباين المنسوب بين الهضبتين والوادى والدلتا أثره فى اختلاف نمط العمران فى أجزاء مصر، وبصفة عامة فإن الأدلة الطبوغرافية فى مصر العليا على وجود العمران أكثر وضوحاً من الدلتا التى تعرضت بحكم اتساعها وكثرة فروعها النيلية والمؤثرات الخارجية التى وفدت إلى طمس للمعالم العمرانية مما يعوق المقارنات العمرانية بين الدلتا والوادى.

وخلاصة القول أن استواء السطح يجعل استغلال الأرض فى السكن استغلالاً انتشارياً واسعاً إلا إذا كانت هناك عوامل أخرى تعوق السكن.

*** زيادة التضرس فى السطح وأثر ذلك فى تبعثر المركز العمرانى:-**

لخط الكنتور قيمة اكيومينية فهو يحدد مدى اندماج Agglomeration أو تبعثر Dispersion [٢] المحلة العمرانية.

والواقع أن هناك العديد من المقاييس الإحصائية التى تقيس وبدقة اندماج أو تبعثر الكتلة السكنية، ولكن زاوية اهتمامنا هنا تتمثل فى مدى تأثير مظهر سطح الأرض والمتمثل فى المناسيب والانحدارات - وبخاصة الانحدارات على اندماج أو تبعثر كتلة السكن ولعل أكبر دليل على مدى أثر التضاريس على المحلات العمرانية وخصائصها المختلفة يتمثل بوضوح فى مواصفات المنطقة التى تخيرها Christaller,1933 لتطبيق نظريته الشهيرة إذ رأى لكى تطبق هذه النظرية فلا بد أن يكون هذا فى منطقة ذات سطح مستوى تماماً، أى أنه ألغى عامل

---

(١) لعل أبرز خصائص الموضع للمحلات العمرانية قديماً أنها مواضع تلالية ولقد وصف «هيرودوت» مواضع المحلات العمرانية المصرية وصفاً معبراً، إذ قال: «أنها تظهر وقت الفيضان فوق الماء وتكاد تشبه الجزر الموجودة فى بحر إيجة.

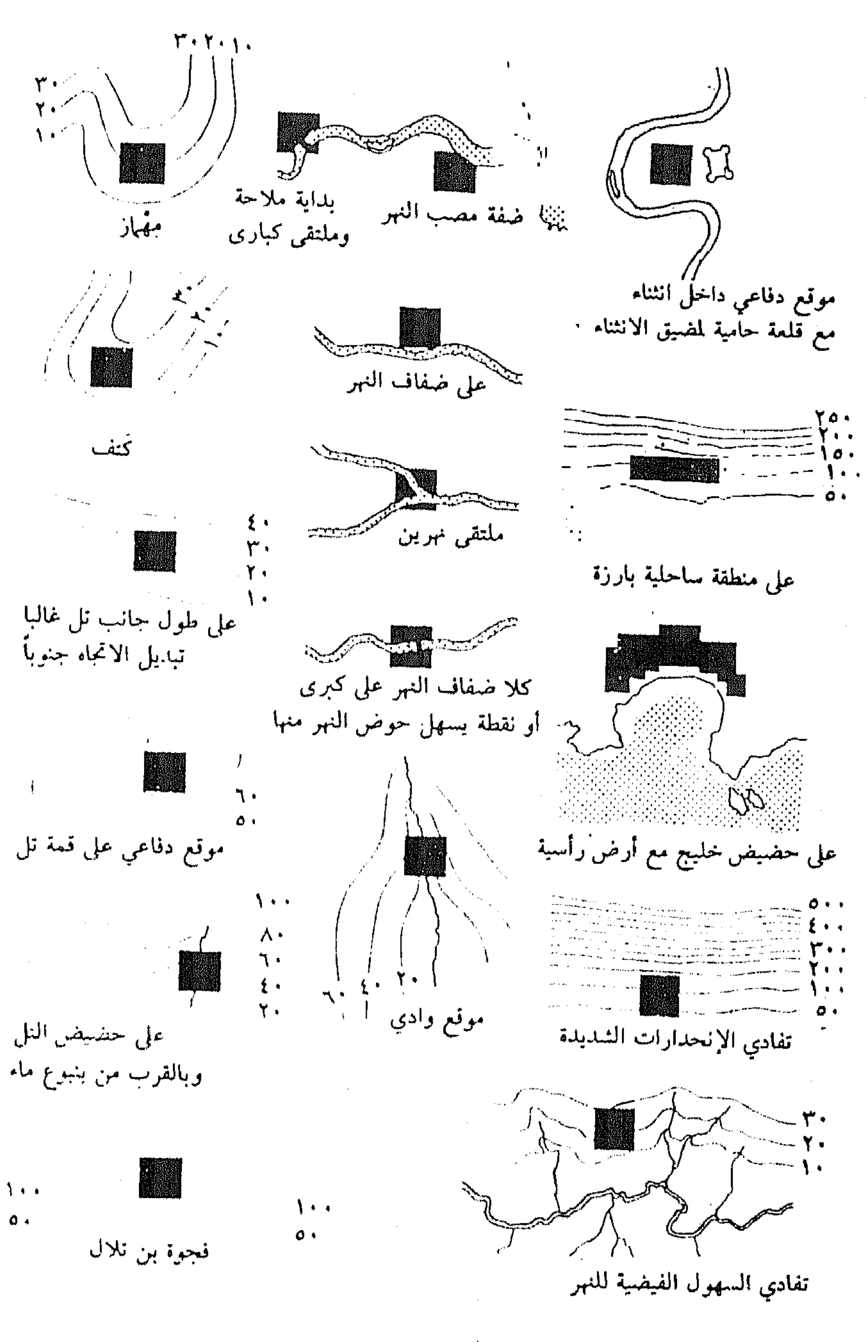
() Swainson B. M. Rural Settlenet, Geog. Vol XX Part No.108, Jun, 1935, P.P112-124.

- Swainson B. M., Dispersion and Agglomeration of Rural Settlement 100-119Breog. Voll XXIX, March,1944 P.P100-119

التضاريس وتباين المنسوب والانحدار، وذلك لكى يبرر دور عـوامل جغرافية أخرى تؤثر فى مدى تباعد المراكز العمرانية بل وأحجامها السكانية والوظائف التى تؤديها، وبتحليل خريطة مواقع المحلات العمرانية فى عسير بالمملكة العربية السعودية فى ضوء الخريطة الكنتورية يمكن ملاحظة أن مواقع المدن الرئيسية ومدى اندماجها مثل أبها وخميس مشيط لم تحدد بطريقة عشوائية ولكنها تخيرت مواضعها فى نقاط تتلائم وظروف البيئة الطبيعية المحيطة بها، فمدينة أبها التى نشأت كقرية صغيرة الحجم فى بطن وادى أبها إلى الشرق مباشرة من خط تقسيم المياه بمنطقة سروات قد تخيرت موقعها أساساً للاستفادة من درجات الانحدار الكبيرة أى أن الانحدار العام لهذا الموقع أثر على الشكل المندمج والدائرى لمدينة أبها وقد حقق هذا الموقع لأبها ضمان تخزين كميات كبيرة من المياه فى رديم الوادى وروافده إلى جانب إمكانية استخدام هذه الروافد منذ فترات بعيدة كمسالك ومنافذ للاتصال بغيرها من المراكز العمرانية الأخرى.

كما نلاحظ أثر الانحدار من خلال دراسة الخرائط فى اختيار بعض مواضع القرى، فى المنطقة إذ تركزت بعض التجمعات السكنية حول جوانب وادى أبها الذى يمتد نحو الشمال الشرقى حتى بلدة «محالة» ليلتقى بعد ذلك بوادى بيشة ويلاحظ أن هذه التجمعات السكنية قد تجنبت المناطق الجنوبية الغربية وذلك بسبب شدة انحدارها ووعورتها وتأثرها بفيضانات السيول المدمرة، وجدير بالذكر أن المرتفعات القريبة منها قد استغلت عبر العصور القديمة كحماية طبيعية ضد عمليات الغزو الخارجى، وقد فطن الأتراك لذلك أثناء وجودهم بالمنطقة. فأنشأوا فوقها القلاع والحصون للإشراف على مداخل المدينة، ورغم عدم ارتباط السكن بخط كنتور معين إلا أن المناطق السكنية عادة ما تتخير المناطق الأقل انحداراً لتحقق قدراً من الاندماج المطلوب لطلب الأمن والحماية وللاستفادة من توطن الخدمات، وبالنسبة لمدينة خميس مشيط فقد تطورت عن قرية صغيرة قديمة تقع على الجانب الغربى لوادى بيشة قرب منطقة التقاء وادى عتود بوادى بيشة وقد استفادت المدينة من طبوغرافية الأرض حيث تقع فى أراضى متسعة عند نهاية الحافات الجبلية وعلى مجرى الوادى مما أدى إلى ظهور كتلتها السكنية فى شكل أقل اندماجا من الكتلة السكنية لمدينة أبها.

ومن هذا يتضح أن عمران الروابى والأحواض غالباً ما يحقق أكبر قدر من الاندماج وأقرب الأشكال إلى الدائرة وقد فرض هذا طبيعة السطح فى المنطقة التى تعكسها خطوط الكنتور، بينما يؤدى انفراج السطح قلة الانحدار إلى ظهور أكثر من موقع له نفس المزايا ويكون هذا بمثابة دعوة للتبعثر والانتشار. (شكل رقم ١٦٠) يوضح مواضع المحلات العمرانية وخطوط الكنتور.



مهماز
بداية ملاحة
وملتقى كبارى
ضفة مصب النهر
موقع دفاعي داخل انثناء
مع قلعة حامية لمضيق الانثناء
كتف
على ضفاف النهر
ملتقى نهرين
على منطقة ساحلية بارزة
على طول جانب تل غالبا
تبايل الاتجاه جنوباً
كلا ضفاف النهر على كبرى
أو نقطة يسهل حوض النهر منها
على حضيض خليج مع أرض رأسية
موقع دفاعي على قمة تل
موقع وادي
تفادي الإنحدارات الشديدة
على حضيض التل
وبالقرب من ينبوع ماء
فجوة بن تلال
تفادي السهول الفيضية للنهر

شكل (١٦٠)

* شكل خطوط الكنتور وتوجيه المساكن:-

يتأثر توجيه المساكن بالعديد من العوامل الجغرافية فى البيئات السهلية خفيفة الانحدار ولعل أهم هذه العوامل طبيعة المناخ وأسعار الأراضى ومدى القرب من مواقع الخدمات والطرق، ويمكن القول أنه عندما ينعدم أثر السطح فى توجيه المساكن يبرز الدور الواضح للعوامل الجغرافية سالفة الذكر.

وعلى الرغم من تعدد تأثير العوامل الجغرافية فى توجيه المساكن فى المناطق السهلية إلا أننا نجد فى المناطق المتضرسة المتباينة الانحدار ينفرد عامل السطح متمثلاً فى شكل خطوط الكنتور وتأثيره على توجيه المساكن، ويمكن حصر أوجه التأثير على النحو التالى:-

* المناطق المنحدرة انحداراً شديداً ويصعب فيها عمليات التسوية خاصة فى مناطق التكوينات الصخرية الصلبة ينفر السكان من مجرد إقامة المساكن عليها وبأى اتجاه ولعل هذا يتمثل فى مدينة المجمعة بمنطقة الرياض حيث جاء امتداد الكتلة السكنية للمدينة فى الجهة الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية لإحاطة المدينة بكتلة جبلية من الجنوب والجنوب الشرقى مما يصعب من عمليات التسوية والبناء.

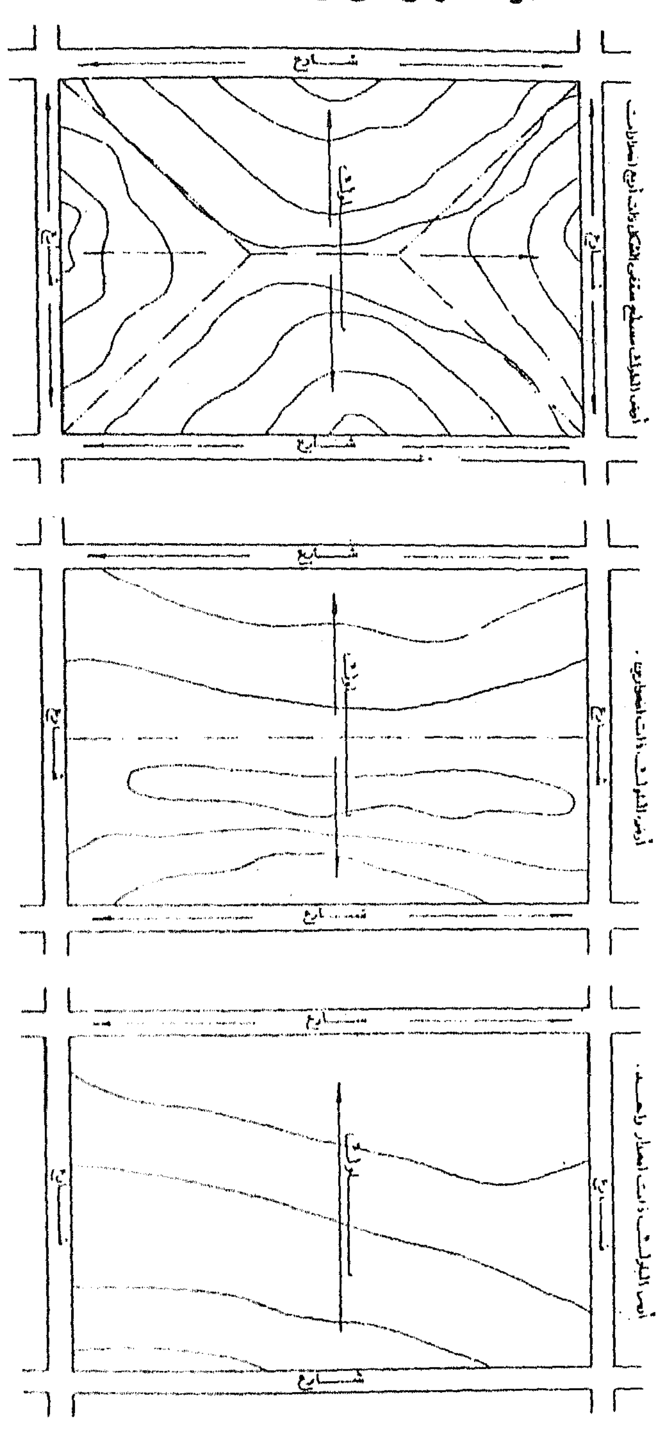
* المناطق التى تقع على منسوب أعلى من منسوب ضغط المياه فى شبكات المواسير لا تصل إليها المياه وتعد هذه المناطق مناطق انقطاع عمرانى واضح.

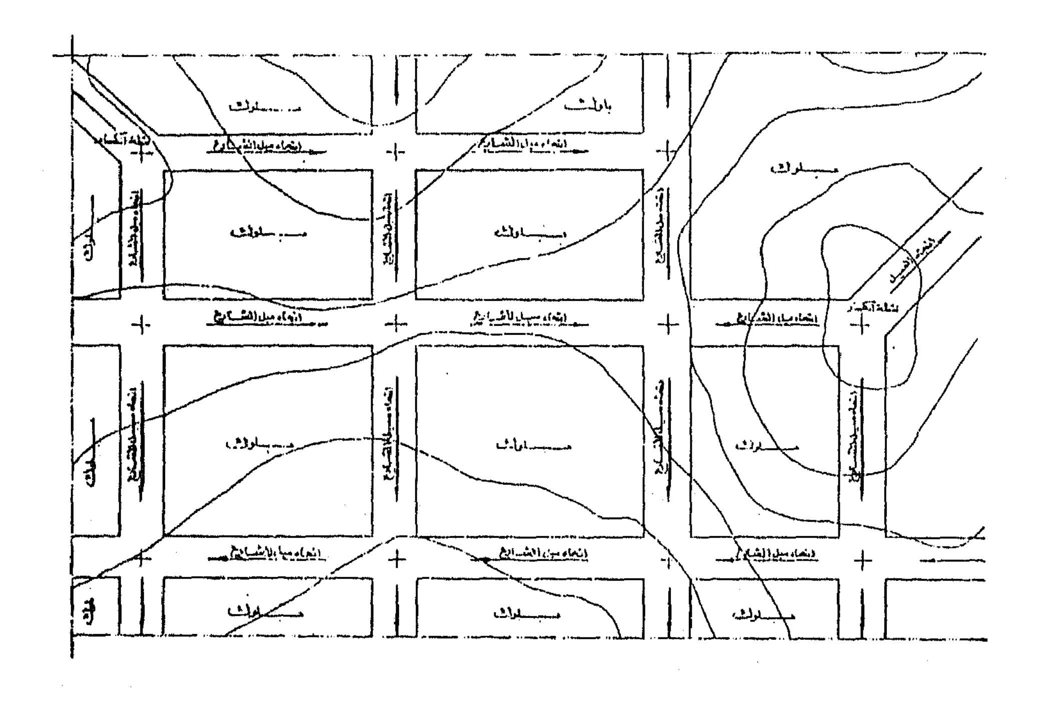
* يؤثر اتجاه انحدار السطح بالنسبة للرياح والشمس على التسوية السليمة للأرض، فمثلا انحدار السطح فى اتجاه الجنوب محبوب ومرغوب فيه بالنسبة لأشعة الشمس فى الشتاء أو بالنسبة لنسيم الصيف فى المناطق الشمالية التى تهب عليها الرياح من الجنوب وبحيث تخطط مواقع المبانى السكنية بحيث تكون واجهتها الأساسية فى اتجاه الجنوب.

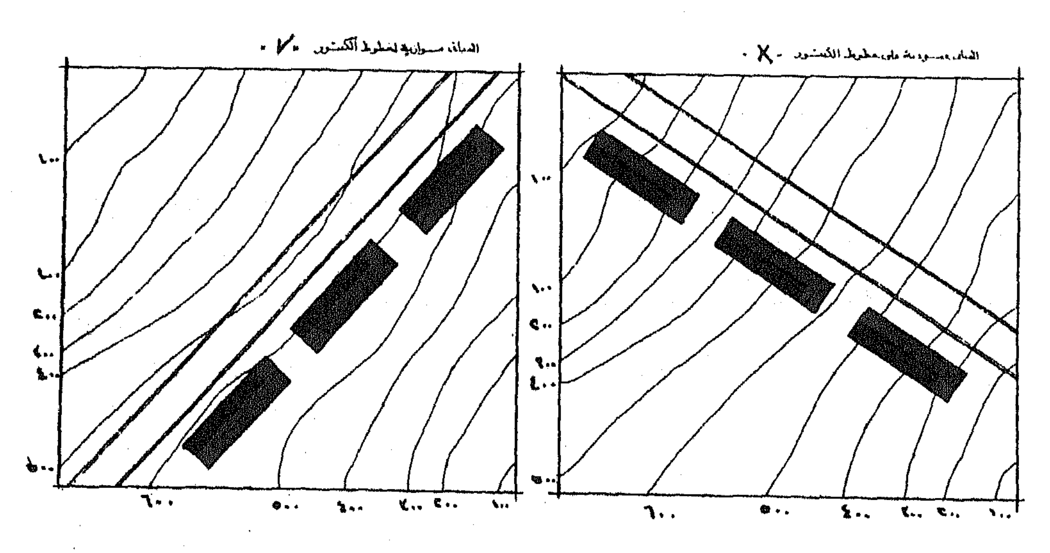
* المناطق ذات التضاريس الحادة لا يمكن الوصول إليها بسهولة بالسيارة أو سيراً على الأقدام ويصعب تسيير شبكة مواصلات بها لصعوبة عمليات التسوية وذلك لجعل الانحدارات والمناسيب بهذه المناطق تطابق الانحدار المسموح به للشوارع.

ولهذا يجب أن تصمم المساكن لتتناسب مع تضاريس الموقع المخصص للسكن فالأسطح ذات الانحدار الشديد تُخطط بها المساكن المصفوفة بحيث تكون موازية لخطوط الكنتور أى أن الذى يتحكم فى توجيه المساكن هنا شكل خطوط الكنتور، وهذا يعنى ألا توجه المساكن بشكل عمودى على خطوط الكنتور وذلك لتجنب كسرات مكلفة فى مستويات هذه الأسطح، أما فى الأسطح ذات الانحدار البسيط فيمكن وضع المساكن المصفوفة فى اتجاه عمودى على

خطوط الكنتور حيث لا تشكل تكاليف التسوية عاملاً اقتصادياً كبيراً وتوضح الأشكال رقم١٦١ ،١٦٢ ،١٦٣ مدى تأثير التضاريس على توجيه المساكن .







شكل رقم (١٦٢)، (١٦٣)

أثر خطوط الكنتور فى خطة المدينة:-

خطة المدينة هى خريطة المدينة التى يظهر فيها بوضوح النمط الهندسى أو غير الهندسى لشبكة الطرق الرئيسية والفرعية التى تقسم كتلة السكن إلى قطع مساحية منفصلة، والملاحظ أن خطة المدينة من المعالم التى لا تتغير بسهولة وما أن توضع خطة المدينة حتى يصبح من العسير تغيرها، وتعنى الخطة ضمن ما تعنى أيضا الميادين وأماكن الانتظار والأرض الفضاء ويمكن القول بأن الخطة والمبانى والوظيفة تتداخل معاً وتكون نسيجاً واحداً يمكن أن تطلق عليه المخطط الحضرى.

ولا شك فى ارتباط أنماط الخطط العمرانية بأشكال السطح المختلفة ومن خلال دراسة خطط بعض المحلات العمرانية وبدايات النمو العمرانى بها يتضح مدى تأثير هذه الخطط بخطوط الكنتور باعتبارها توضح التضاريس، ولعل المثل الواضح يرتبط بمدينة القاهرة تلك التى حُددت خطتها العمرانية بكتلتى المقطم وأبو رواش بغض النظر عن مدى تأثير الخطة العمرانية بامتداد نهر النيل داخل المدينة.

وأيضا من خلال دراسة مواقع العمران القديم وخاصة الريفى منه فى مصر ،حيث نجد أن العديد من هذه الحلات اتسم فى شكله العام بالخطة الدائرية وقد كان هذا نتيجة لنواة مصمته ونمو عمرانى إشعاعى وقد اتضح من خلال الدراسة أن الخطة المستديرة جاءت وليدة الارتباط بالروابى المرتفعة ولعل كان لهذا ما يبرره فى هذه الفترة التى غطت فيها السبخات والمستنقعات المناسيب المنخفضة من الأرض فاحتل العمران المناسيب المرتفعة، أى أن الكومات والجزر الرملية والروابى التلالية عملت على أسر العمران المصرى القديم.

ومن خلال الدراسة التفصيلية لبعض قرى(*) محافظة الشرقية تبين مدى ارتباط الخطة الدائرية بالروابى ذات الشكل الدائرى، وإن النواه احتلت القلب وكانت بأعلى نقطة فى الموقع وتدرج العمران من الأقدم إلى الأحدث ومن الداخل إلى الخارج ومن المنسوب الأعلى إلى الأدنى وفى جميع الاتجاهات.

وكما ارتبطت الخطة الدائرية بالروابى، ارتبطت أيضا الخطة الطولية الممتدة بالجسور الطبيعية، أى تأثر الخطة العمرانية بالامتداد الطولى للجسر الطبيعى الذى أدى نفس دور الروابى والجزر الرملية بالنسبة للعمران المصرى فى هذه الآونة، وإذا كانت الروابى والجسور قد فرضت

(*) تمت الدراسة على قرى: تل حوين، تل مسمار، وتلراك، تل محمد.

نوعية محددة من الخطط العمرانية فيمكن القول أن الخطة المبعثرة العشوائية وانتشار كتل السكن ارتبط فى بعض مناطق العالم بالسهول والأودية كمناطق مستوية، أى أن السهول أدت إلى انفراط وتبعثر وحدة السكن وهذا ما جعل نوعية معينة من الخطط تظهر مختلفة عما كانت عليه فى المناطق المرتفعة ولعل المثل يتضح أكثر إذا ما نظرنا إلى حوض باريس بتكوينه الچيولوچى المختلف وتركيبه كطبية مقعرة حلقية مركزها مدينة باريس بحيث أن كل حلقة داخلية أصغر مساحة وأقل منسوبا من الخارجية، ونظرا لتفاوت قوة التعرية بحسب تفاوت نوع التكوينات، فقد أصبحت كل حلقة تشكل رصيفاً تركيبياً أطرافه الخارجية تمثل حافة كويستا منحدرة وأصبح الدخول إلى حوض الحلقة محدوداً بالفتحات التى يمكن أن تشقها الأنهار فى هذه الحافات، ولما كانت الأنهار فى الحوض الحلقى تأخذ نمطاً إشعاعيًا **nadial Pattern** فقد نشأت سلسلة كاملة من حلقات المدن المتناظرة على هذه المواقع، وبذلك يتضح أن الطبيعة السهلية أدت إلى تبعثر كتل السكن فى حوض باريس.

*** خطوط الكنتور واتجاهات النمو العمرانى:-**

يؤثر فى اتجاهات النمو العمرانى العديد من العوامل لعل أهمها مظهر سطح الأرض الذى يبلوره بوضوح كامل خط الكنتور، ويتضح أثر هذا العامل فى الحلات السكنية الجبلية سواء فى المواقــع داخل الجــبال ntramontane i أو مواقع أقدام الجــبال (البيدمونت) Piedmont أو مواقع مقدمات الجبال والأمـثلة عديدة على ذلك فمدينة الإحساء بالمنطقة الشرقية بالمملكة العربية السعودية تمتد خارج الكتلة العمرانية حالياً نحو المخططات المعتمدة المجاورة، وخاصة بالجهة الشمالية للمبرز والجهة الجنوبية الغربية لمدينة الهفوف وذلك لتحاشى النمو العمرانى على الرقعة الزراعية من الشرق، وأيضا حافة هضبة شدقم من الغرب، أى أن الرقعة الزراعية والمرتفعات الجبلية كانت أهم محددات النمو العمرانى لمدينة الإحساء.

وكذلك مدينة خميس مشيط بمنطقة عسير بالمملكة العربية السعودية إذ نجد أن طريق أبها - الرياض - والمار بمدينة خميس مشيط وأيضا طريق بنى هشبل - أحد رفيده يعدا محورا النمو الرئيسى للمدينة ونتيجة لوجود موانع طبيعية وغير طبيعية فى الجنوب والشرق نجد أن اتجاهات النمو تتمثل فى الشمال والغرب.

ويختلف الوضع تماماً بمدينة بدر [1] بمنطقة المدينة المنورة حيث تحيط بهذه المدينة المرتفعات الجبلية من جميع الجهات، ولذلك فالنمو العمرانى الحديث يعتمد على ملء الفراغات بين كتل السكن القديم.

(١) تقع مدينة بدر عند دائرة عرض ٢٣ شمالاً وخط طول ٣٨ شرقاً وهى تشغل موضع هام على وادى الصفراء وهى مركز هام لخدمة الحج.

الخريطة الكنتورية والاستخدام الزراعى للأرض

اعتاد الإنسان دائما الزراعة فى مناطق السهول والأودية ولذلك فقد ارتبطت الزراعة فى المناطق الجبلية بمقدار ما يستطيع الإنسان أن يستصلحه من أرض، وتعد منطقة عسير من المناطق التى استطاع سكانها تعديل انحدارات سطح الأرض فى بعض المناطق من خلال تجديرها (إنشاء المدرجات) هذا بالإضافة إلى أن نمطاً آخر من الزراعة المروية تنتشر فى بطون الأودية لعسير، حيثما تسمح طبوغرافية الأرض والتركيب الصخرى وذلك ببناء مصاطب رسوبية على جوانبها، ويتوقف سمك هذه التكوينات الرسوبية فى المصاطب على المتغيرات السابقة بالإضافة إلى كمية المياه المنصرفة عبر هذه الأودية وما تحمله من رواسب وتعتمد الزراعة فى مجارى الأودية فى الأغلب على سحب مياه السيول من خلال قنوات جانبية تتبع النظام العام للانحدار ويطلق عليها محلياً اسم خلجان، وإغراق المصاطب بعد تسويتها وتحويلها إلى أحواض منفصلة ويمكن من خلال الخريطة الكنتورية تحديد المناطق المروية ومسارات الخلجان.

وعلى قدر ما تفيد الخريطة الكنتورية فى مشروعات التوسع الزراعى فى المناطق الجبلية تفيد أيضا فى دراسات الرى والصرف فى المناطق السهلية فطبقاً لوظيفة الترع فإنه من المناسب اختيار المناسيب الأعلى من مناسيب المصارف التى تؤدى إلى صرف الماء الزائد بعد إتمام عمليات الرى، ويلجأ بعض مهندسى الرى فى الأراضى المستوية عند تصميم المصارف إلى التعميق الشديد لها لتؤدى وظيفتها بشكل مناسب أما فى المناطق ذات التفاوت المحلى فى التضاريس فيمكن الاستغناء عن عمليات التعميق.

والخريطة الكنتورية تحدد مشروعات التوسع الزراعى فى المناطق الجبلية وذلك بما يمكن أن توضحه من إمكانية تسوية بعض النطاقات ذات الانحدار البسيط والتى يمكن تسويتها بأقل تكلفة كما تحدد مسارات وأعماق شبكة الموارد المائية فى مناطق الاستصلاح أيضاً فى مناطق السهول والأودية. وقد ارتبطت مشروعات التوسع الزراعى غرب الدلتا المصرية بالدراسات المستفيضة للخرائط الكنتورية لنفس المنطقة والتى حددت بموجبها مساحة الأراضى التى يمكن استصلاحها ومناسيب الترع ومساراتها وأعماقها لتتمكن من رى هذه المساحات.

وفى مناطق أخرى من العالم يبدو تأثير الخرائط الكنتورية فى تحديد أنماط الزراعات فبعض المحاصيل تتطلب الاستواء التام للسطح مما يضمن لهذه الأراضى عدم صرف المياه الزائدة من عمليات الرى، كمحصول الأرز والتى فى الغالب ما تمثل حقوله أحواضاً لتربية الأسماك.

ومن خلال دراسة الخريطة الكنتورية لمنطقة عسير يتضح أن اتجاهات الحافات الجبلية تؤثر فى الزراعة وتحدد نمطها بالمنطقة فالجوانب الغربية التى تواجه هبوب الرياح السائدة تنتشر بها الزراعة البعلية وذلك عن طريق تجدير الأرض وبناء المصاطب وتسويتها، بينما تسود الزراعة المروية على الجوانب الشرقية حيث تمتد مساحات واسعة ذات تربة خصبة صالحة للزراعةو إن لم تستغل بعد الاستغلال الأمثل بسبب عدم كفاية المياه المتاحة، وبصفة عامة تتوقف الزراعة هنا على سمك التربة وطبيعة السطح.

ويمكن من خلال الخريطة الكنتورية التعرف على المواقع المبدئية لإقامة السدود والخزانات والأهوسة والقناطر على الأنهار حيث يراعى فى اختيار هذه المواقع دراسة الخرائط الكنتورية لهذه المناطق دراسة مستفيضة.

ومن البديهى أن يتم اختيار بناء السدود فى المواقع التى تمكن من رى المساحات التى تقع فى مناسيب أدنى مما بنيت عليه هذه السدود أى أن الأجزاء الدنيا من المجارى المائية لا تصلح كمواقع لبناء السدود، فإذا نظرنا إلى موقع السد العالى جنوبى مصر نجد أنه قد أنشئ فى منطقة من أضيق المناطق بنهر النيل وهى ذات أكتاف قوية بصخورها الصلبة وقد تم حساب مساحة البحيرة التخزينية أمام السد العالى وحُسب من خلال الخريطة الكنتورية كمية المياه التى يمكن أن تختزن أمام السد عند كل منسوب وبمعرفة مساحة البحيرة عند كل منسوب وبتقدير كمية البخر اليومية أمكن تحديد مسطح البحيرة وطاقتها التخزينية.

* تعد الخريطة الكنتورية من أهم الوثائق التى يُعتمد عليها فى معرفة مسارات السيول والفيضانات المدمرة وخاصة فى المناطق التى تتأثر بالأخطار الصحراوية والأمثلة عديدة لتعرض مناطق كثيرة من العالم للسيول المدمرة ومنها صعيد مصر الذى تعرض لهذه السيول فى ١٩٩٤ ، ١٩٩٥ وقد باتت الخريطة الكنتورية للصحراء الشرقية فى مصر وجبال البحر الأحمر من الأهمية بمكان فى رسم خطة المناطق العمرانية الجديدة فى جنوب الوادى بمصر. كما تعد الخريطة الكنتورية من الخرائط الهامة فى دراسة مشاريع الطرق وخاصة فى المناطق

ذات الانحدارات الشديدة والمعرضة للانزلاقات الأرضية، خاصة فى المناطق ذات المناخ الرطب أو شبه الجليدى ويتم تجنب إقامة مسارات الطرق بجوار هذه الأماكن الخطرة.

لا شك أن الخريطة الكنتورية من خلال تطبيق بعض الأساليب الكمية والكرتوجرافية تفيد فى التعرف على المناطق التى تعانى من تعرية التربة وانجرافها خاصة فى المناطق شبه الصحراوية التى تتلقى أمطارها غير المنتظمة فى شكل رخات شديدة.

ولعل من أهم التطبيقات المرتبطة بالخريطة الكنتورية تسوية الأراضى بطريقة معرفة كنتور الحفر والردم ويتبع فى ذلك الخطوات التالية :-

١- إعداد خريطة كنتورية للمنطقة المراد تسوية الأرض فيها ويفضل أن تكون الخريطة الكنتورية المستخدمة هنا ذات فاصل رأسى صغير ومقياس رسم تفصيلى كبير.

٢- تحديد درجة الانحدار ومعدله لسطح التسوية المطلوب ومن المفضل أن يُحدد هذا فى ضوء انحدار سطح الأرض الأصلى لضمان قلة تكاليف العمل، ويراعى فى تحديد الانحدار ومعدله لسطح التسوية المطلوب أن يكون منتظماً وفى اتجاه واحد لضمان سهولة الرى فى هذه الأراضى والمحافظة على التربة من التعرية.

٣- تُرسم خطوط الكنتور المقترحة بمعرفة درجة الإنحدار المحددة والمقترحة على الخريطة الكنتورية، ويُفضل أن تُرسم هذه الخطوط بشكل مختلف عن خطوط الكنتور الأصلية.

٤- بتقاطع خطوط الكنتور المقترحة والخاصة بالتسوية مع خطوط الكنتور الأصلية توقع على الخريطة مجموعة النقاط ويسجل إلى جوار كل نقطة الفرق بين خطى الكنتور المقترح والأصلى.

٥- يتم تحديد الفرق بين المنسوبين لكل نقطة سواء بالسالب أو الموجب وتوضع إشارة اصطلاحية خاصة بذلك، فإذا كانت قيمة خط الكنتور المقترح للتسوية أقل من قيمة خط الكنتور الأصلى فهذا الفرق يعنى عمق الحفر المطلوب، أما إذا كانت قيمة خط الكنتور المقترح للتسوية أكبر من قيمة خط الكنتور الأصلى فهذا الفرق يعنى الردم المطلوب.

٦- يتم توصيل النقط ذات الفرق المتساوى وتعتبر المناطق الواقعة بين هذه الخطوط هى مناطق العمل سواء بحفرها إذا كانت ذات منسوب أعلى أو بردمها إذا كانت ذات

منسوب أدنى، وتحدد هذه المواقع باستخدام الخريطة الكنتورية على الطبيعة لإتمام العمل ومن حساب مساحات هذه المناطق يتم تحديد حجم الردم المطلوب للمناطق المنخفضة وكذا الحفر المطلوب للمناطق المرتفعة.

إن موضوع استخدام الأرض الزراعى يجسد التعامل الكبير بين الإنسان والأرض ومن الطبيعى قبل أن يقدم الإنسان على الاستغلال الزراعى للأرض أن يتعرف على خواصها الأساسية (مناسيب، انحدارات) وهذا يعنى أن الاستخدام الزراعى لا يمكن أن يتأثر بأى حال من الأحوال فى غيبة الضابط التضاريسى التى توضحه الخرائط الكنتورية.

الخريطة الكنتورية وطرق النقل والمواصلات

كانت تحركات الإنسان وتنقلاته حتى وقت قريب لا تتعدى اليابس، وكان ذلك لفترة طويلة تشكلت أثناءها المراحل الأولى للحضارات البشرية، وقد حدد هذا اليابس بخصائصه المختلفة (مناسيب وانحدارات) شكل شبكات الطرق فى هذه الآونة، إذ أن الإنسان فى هذه المرحلة قد استجاب إلى حد كبير لما تمليه عليه ظروف الطبيعة، فكانت الشبكات النقلية استجابة فعلية للتضاريس ولا غرابة فى ذلك فالإنسان لم يكن قد امتلك بعد تكنولوجية متقدمة فى شق الجبال وفتح الأنفاق وإقامة الجسور والكبارى.

وفى بداية الأمر كان الإنسان نفسه أول وسيلة للنقل البرى وقد أثبت التاريخ تحرك الإنسان ونقله لبعض احتياجاته من بيئة إلى أخرى معتمداً على قدرته الفعلية، وقد اختار هذا الإنسان فى هذه الفترة التنقل فى الأراضى السهلية ذات الانحدارات الخفيفة فالقدرة على الحمل لدى الإنسان محدودة وتكون أكثر محدودية فى الأراضى المتضرسة ولذلكاكان انتقاله لمسافة بسيطة، أى أنه لم يستطع أن يكسر حاجز المسافة.

وقد استخدام بعد ذلك الحيوان [١] فى النقل فى مناطق عديدة من العالم، وفى مرحلة تالية اكتشف الإنسان أهمية جر الحمولة على الأرض للتغلب على بعض الانحدارات فكانت الزحافات والعجلات الخشبية، ومن هنا بدأ الإنسان التفكير فى تصميم الطرق والشبكات النقلية لتتناسب مع وسيلة النقل المستخدمة وذلك لكى يسهل نقل الحمولة لمسافات طويلة دون مشقة وعناء.

أولاً: الخريطة الكنتورية ومسارات الطرق:-

ظهرت مسارات الطرق على بعض الخرائط القديمة وهذا يؤكد قدم حركة الإنسان كجزء أساسى من تكوينه البيولوجى [٢].

وبداية فالطرق تنقسم إلى قسمين رئيسيين: الطريق الطبيعى والطريق الصناعى، والطريق الطبيعى هو أرخص الطرق تكلفة فى الإنشاء لأنه مهيأ بواسطة القوى الطبيعية

---

(١) نظرا للقدرة العضلية الكبيرة للحيوان والتى تفوق بكثير قدرة الإنسان فقد اتسعت دائرة تحركات الإنسان لقدرة الحيوان على النقل لمسافات أطول.

(٢) الأرجل لدى الإنسان أجزاء عضوية تتطلب الحركة آلياً.

بدون أية استثمارات من أجل إنشائه، كما أنه لا يحتاج إلى نفقات لصيانته والإبقاء عليه إلا فى أضيق الحدود، لكن الطرق الطبيعية عامة برغم حرية استخدامها بأدنى النفقات إلا أنها خاضعة تماماً لسلطان الظروف الطبيعية ولعل أهمها مناسيب وانحدارات سطح الأرض، ففى المناطق الجبلية تقود «مدقات» الحيوانات الجبلية أنواع من الماعز والتياتل والغزال إلى الممرات التى تخترق السلاسل الجبلية وبذلك وفرت هذه المدقات على الإنسان التعرف على طبوغرافية هذه الجبال أثناء ترحاله، ونظرا لأن هذه المدقات طرق طبيعية [1] يومية للحيوان ويمكن أن توصف بأنها تتبع الانحدارات اليسيرة فى الجبال وتتجنب الانحدارات الشديدة، فهى بالتالى تلتوى كثيراً لكى تصل إلى الممرات الجبلية العالية بأقل جهد ومشقه.

ولا شك فى أن التباين فى خصائص شبكات الطرق ما هو إلا انعكاس للمظاهر المكانية المختلفة (موقع، تكوين صخرى، سطح، مناخ) وهذا يعنى أن النظام الكنتورى يحدد:-

أ- شكل الشبكة النقلية كما يحدد خصائصها.

ب- مواقع العقد النقلية بالشبكة.

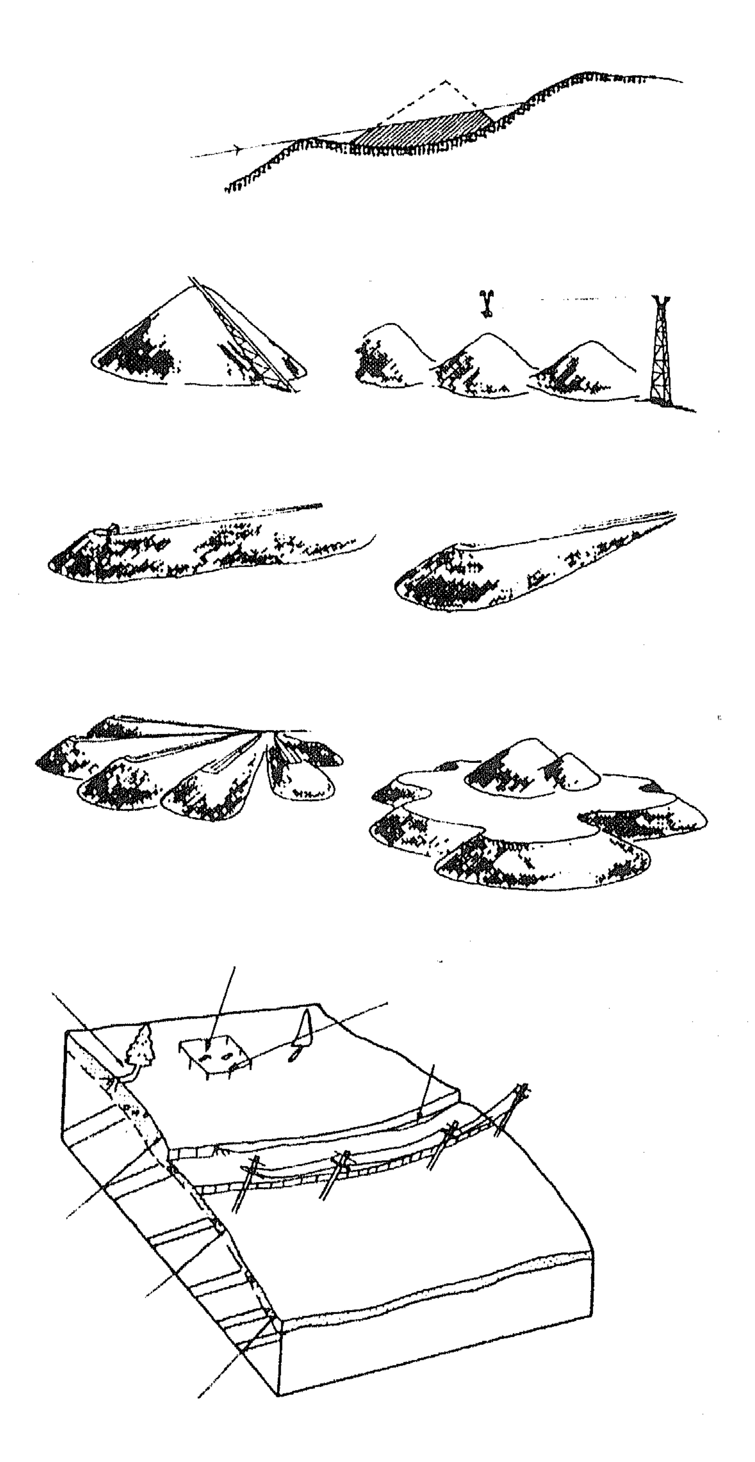
جـ- وسيلة النقل المستخدمة.

أ- شكل الشبكة النقلية وخصائصها:-

تتأثر خطوط النقل بصورة قد تكون حاسمة وفعالة بالأشكال العامة لسطح الأرض من تضاريس وأنهار وبحيرات ومستنقعات ونستطيع أن نتبين هذه الآثار الطبيعية من مقارنة خريطتى طرق المواصلات والخريطة الكنتورية لأى إقليم من الأقاليم. انظر الشكلين (١٦٤، ١٦٥).

ويمكن القول أن هناك عدة أقاليم طبيعية يلعب الكنتور فيها دوراً خطيراً فى تحديد شكل الشبكات النقلية بها، ومن هذه الأقاليم:

(١) تعد الطرق الطبيعية من أقدم الطرق التى عرفها الإنسان وأسبق من غيرها فى خدمة أغراض النقل وتتباين خصائص هذه الطرق من إقليم لآخر تبعاً لسمات العناصر الطبيعية السائدة وخاصة فيما يتعلق بسطح الأرض – ولذلك فقد ظهرت على الخرائط القديمة متعرجة وفى أحياناً أخرى مستقيمة.



شكل (١٦٤، ١٦٥)

القطبي، الجاف، الاستوائي، هذا بالإضافة إلى نطاق الهضاب والمرتفعات الشديدة الألبية ففي مناطق كثيرة من العالم اقتضى الأمر حفر أنفاق كثيرة في النطاقات الجبلية كي يتجنب الطريق الدوران حول العوائق التضاريسية ولعل الانفاق الألبية خير مثال على ذلك، وهذه الأنفاق تربط بين إيطاليا وسويسـرا وأطولها نفق سمبلون الذى يبلغ طوله ١٩,٧ كم، وبالإضافة إلى هذا فهناك الجسور العالية فى مناطق الأودية الجبلية والجسور الطويلة التى تعبر الأنهار الواسعة أو تلك التى تعبر المستنقعات والمصبات الخليجية المتسعة، ومن أمثلة ذلك الجسر الذى يعبر خليج فورث فى اسكتلندا يعبر الدوناد فى رومانيا عند بلدة تشرنا فودا بين بوخارست وكونستانزا، يعبر جزءا من بحيرة جريت سولت فى ولاية يوتا الأمريكية.

وهذا يعنى أن شكل الشبكة النقلية يتأثر وبشكل واضح بمظاهر سطح الأرض، ولعل هذا الموضوع يتأكد من تحليل الخريطة الكنتورية للصحراء الشرقية (*) فى مصر ودراسة شكل الشبكية النقلية فى هذه المنطقة. فمن خلال الشكل رقم (١٦٦) والذى يوضح أهم الطرق والمظاهر التضاريسية فى الصحراء الشرقية يمكن استخلاص الحقائق التالية:-

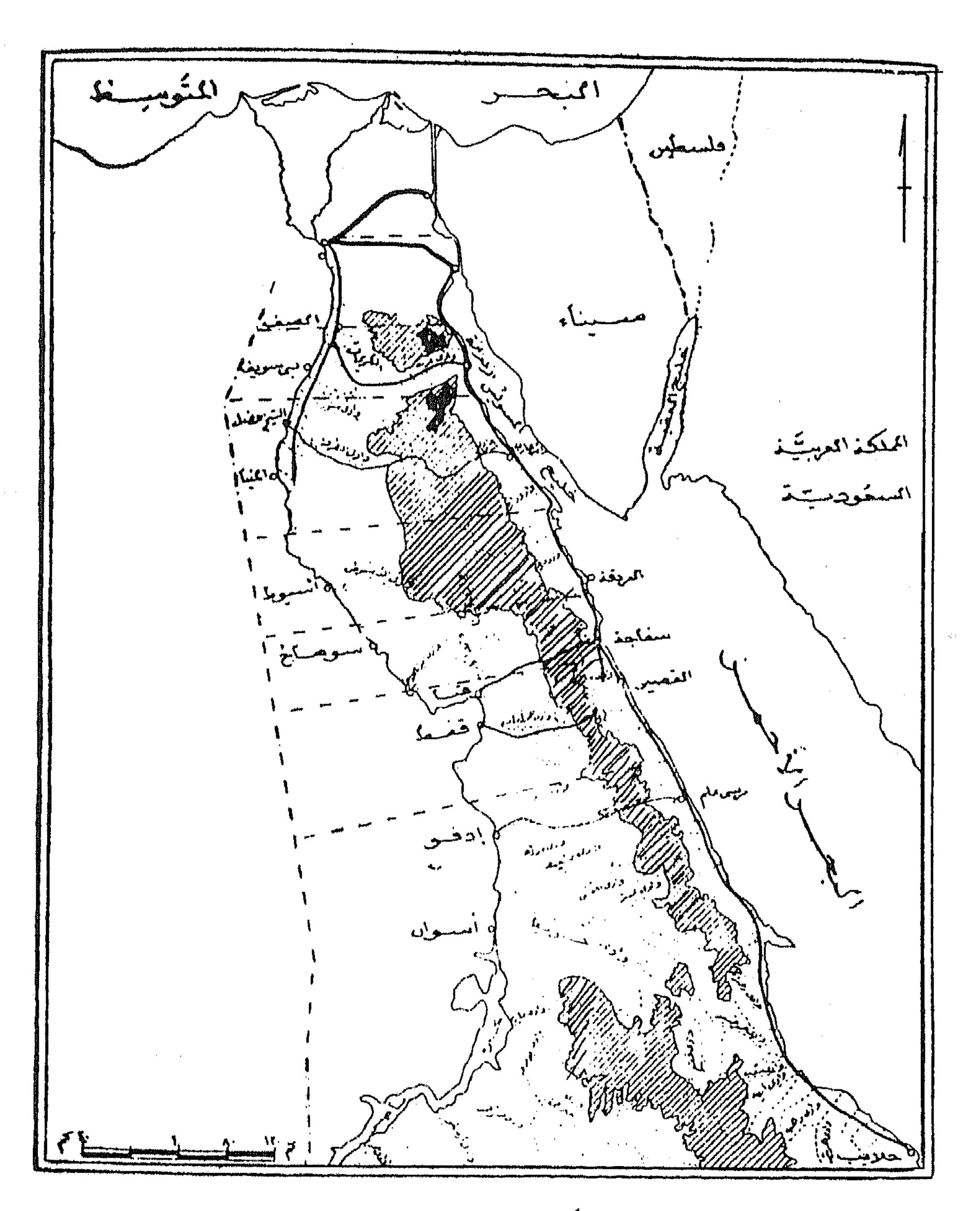
١- الامتداد العام للطرق إذ أنها ظهرت على الخريطة مسايرة للأودية مستغلة جوانبها المرتفعة وليست فى بطونها المعرضة لأخطار السيول، كما التزمت هذه الطرق بمناطق الانحدارات الخفيفة وتجنب المرتفعات وذلك بالالتفات حولها، كما ابتعدت هذه الطرق أيضا عن مناطق المستنقعات والسبخات الساحلية تجنبا لردمها أو تكسيتها مما يزيد من تكلفة إنشاء الطريق.

٢- روعى فى تصميم شبكة الطرق اختيار الأماكن المناسبة لمسارات الطرق حيث تجنب اختيار المنحدرات الشديدة والجروف، ويتضح هذا بشكل واضح فى الطريق الواصل بين سفاجة وقنا عند صعودة لجبال البحر الأحمر واستبداله بطريق أسهل منه فى درجة الانحدار (**).

وعموما فإن شبكة الطرق البرية بالصحراء الشرقية تتمشى فى جزء كبير جدا منها مع امتدادات الأودية على جوانبها المرتفعة تفاديا للسيول إلى جانب تفاديها للقمم الجبلية

* لكون الصحراء الشرقية فى مصر تعد من الأقاليم المعقدة تضاريسيا فهذا جعل الطرق فيها ممرات جبال رسمتها وإلى حد كبير التضاريس.

** يبلغ طول هذا الطريق ١٦٠ كم، يمتد عبر الأودية فى النطاقين الهضبى والجبلى ويتميز فى قطاعات كثيرة منه بانعطافه والتوائه لتفادى الحافات الجبلية ويبلغ عرضه ١٠,٥ م.



البحر
المتوسط
فلسطين
سيناء
المملكة العربية
السعودية
الغردقة
أسيوط
سفاجة
سوهاج
القصير
قنا
قفط
إدفو
أسوان
حلايب

شكل رقم (١٦٦)

والحافات بالالتفاف حولها، والكثير منها أيضا يأخذ شكل الزجزاج فى عبورها للجبال المرتفعة متمشية مع الممرات الجبلية والأودية التى تقطع هذه الجبال [1].

ويعتبر جاريسون W.Garrison أول جغرافى استخدم نظرية الشبكات لتحليل بنية شبكات النقل فى عام ١٩٦٠ [2].

وبصفة عامة يمكن أن نميز بين ثلاثة أشكال من البنية الأساسية للشبكات وهى المسارات Paths والشجريات Tress والدارات Circuts [3].

فالمسارات عبارة عن خط واحد يربط بين عدة نقط بحيث تربط كل نقطة نهائية بنقطة تالية فقط وهذا يعنى أنه لا توجد وصلات جانبية أو فروع ويتناسب هذا النمط من الشبكات مع نطاقات الأودية الضيقة ذات الجوانب الشديدة الانحدار والتى لا تسمح بشق الطرق الجانبية أو الفرعية ولعل هذا يتمثل فى بعض طرق النطاق الجبلى الجنوبى من شبه جزيرة سيناء، كما أن هذا النمط يرتبط فى توزيعه بالنطاقات الجبلية خاصة فى أعلى القمم حيث نجد أن مسار الطريق يظهر بوضوح كخط تقسيم للمياه فوق هذه القمم ويتمثل هذا بشكل واضح فى الطريق الجبلى الذى يربط بين مدينتى الطائف وأبها بجنوب المملكة العربية السعودية، أما النمط الشجرى فيظهر أكثر من خط أو مسار ولعل أهم خصائص هذه البنية التشعب الواضح فهى تشبه وإلى حد كبير أحواض التصريف النهرى بما تحوى من مجارى مائية عديدة ومتباينة الأطوال، هذا بالإضافة إلى أن هذه البنية لا تتكون من مجموعة من المسارات أو الخطوط المغلقة، أى أنه لا يمكن العودة من حيث نقطة البداية، ويرتبط هذا النوع من الشبكات فى توزيعه بالمناطق السهلية ذات الانحدارات البسيطة كالدلتاوات وخير مثال على ذلك النمط الشجيرى للشبكة النقلية فى الدلتا بمصر.

وبالنسبة للمدارات فتبدو الخطوط والمسارات بهذا النمط كحلقة مغلقة أو ربما أكثر ويرتبط هذا النمط فى توزيعه بالأحواض فى ذات الانحدار المتماثل الخفيف فى الجوانب، وأيضا الروابى والقمم الجبلية المستديرة حيث تبدو فيها المسارات كحلقات مغلقة.

---

(١) (محمد صبرى محسوب) الصحراء الشرقية، القاهرة، ١٩٩٠، ص ٤٢٨.

2- Leinbach., T. R., Network and Flow in Board, Pnogress inGeography, Vol., 8.0 London 1976, P180.

3- Huggett, R., System Analysis in Geognaphy, Oxford, 1980 P, 57.

ومن هذا يتضح أن تأثير الطرق باللاندسكيب الطبيعى لا يقتصر على مواقع هذه الطرق فقط بل تحدد التضاريس وبشكل صارم مساراً شبه إجبارى للطريق.

ب- مواقع العقد النقلية بالشبكة:-

تعنى العقد النقلية النقط المركزية ومحطات الوصول ومواقع التفرعات والواصلات بالشبكة النقلية وغالباً ما تكون مواقع المحلات العمرانية الرئيسية بالمنطقة، وهناك من المقاييس العديدة التى تقيس النمط التوزيعى لهذه العقد وإمكانية وسهولة الوصول بينها، ولعل زاوية إهتمامنا هنا تنصب على كيفية تأثير الخريطة الكنتورية على مواقع العقد النقلية ويمكن القول بأن طبيعة سطح الأرض تؤثر فى مواقع العقد بالشبكة النقلية ففى المناطق السهلية كالأودية والدلتاوات حيث الانحدارات البسيطة أمكن تصميم شبكات نقلية ذات عدد كبير من العقد التى غالباً ما تتوزع فى أشكال دائرية أو شبه دائرية وتعمل هذه العقد على زيادة الترابط بين عناصر الشبكة النقلية، وعلى العكس تماماً فى المناطق ذات الانحدارات الشديدة فنجد أن طبيعة السطح هنا تحد من ظهور العقد فتكون هناك إعاقة فى الاتصال بين أجزاء الشبكة، ويمكن أن نقارن بين وادى النيل والدلتا فى مصر لنتبين كيف تأثرت العقد النقلية فى الإقليمين، ففى الوادى حيث الامتداد الطولى المحدد بحافات الهضبتين الشرقية والغربية نجد أن نمط توزيع العقد النقلية يأخذ الشكل الممتد الطولى فلا تظهر العقد الجانبية على طول الوادى إلا فى مناطق محددة كالتى يقترب فيها منخفض الفيوم من وادى النيل ويصعب فى هذا النمط التوزيع للعقد أن تُحدد مركزية عقده محدده هنا بالإضافة إلى أن درجة ترابط العقد فى هذا النمط تضعف بطول المسافة بينها، وعلى العكس تماماً من هذا إذا تناولنا النمط التوزيعى للعقد النقلية فى الدلتا، فنجد الطبيعة السهلية للدلتا وظهور الشكل المروحى قد أعطى الفرصة لظهور النمط التوزيعى شبه الحلقى للعقد وتبلورت صورة للمركز والأطراف وهذا يختلف بشكل واضح عما كانت عليه الصورة فى الوادى، والواقع أن التباين فى إمكانية الوصول بين العقد النقلية فى الدلتا طبقاً للمسافة لا يتمشى مع أهمية هذه العقد من حيث حجمها السكانى أو ثقلها الاقتصادى فبينما يبدو الاختلاف قليلاً فى إمكانية الوصول بين هذه العقد فإن التباين فى حجمها السكانى يبدو كثيراً ولعل هذا يقلل من أهمية الموقع الهندسى للعقد باعتبارها جميعاً تقع فى إقليم سهلى متجانس الانحدار وهذا ما يجعل هناك فرصة لظهور

عوامل أكثر تأثيراً من السطح فى مواقع هذه العقد كالحجم السكانى، ويمكن أن نقارن بين مدينة بنها كعقدة نقلية حققت المرتبة الأولى فى الشبكة النقلية بالدلتا، بينما احتلت المرتبة التاسعة عشر فى الحجم السكانى ومدينة القاهرة كعقدة نقلية حققت المرتبة السادسة بينما هى فى المرتبة الأولى من حيث الحجم السكانى.

وخلاصة القول: أن الامتداد الطولى لوادى النيل أفرز نمطاً توزيعياً محدداً للعقد النقلية وقد اختلف هذا النمط فى الوادى عن فى الدلتا بحكم اتساعها وشكلها المروحى.

جـ- وسيلة النقل المستخدمه:-

غالباً ما تحدد طبيعة سطح الأرض أنواع الطرق وهى بدورها تُحدد وسيلة النقل، فالأراضى شديدة الإستواء تناسب إقامة المطارات كما أن الأراضى المتوسطة الإنحدار لا تصلح لإقامة شبكات السكك الحديدية وعلى الرغم من أن النقل بالسيارات باختلاف أنواعها تعد أكبر الشبكات النقلية مرونة وتكيف مع ظروف السطح إلا أنها تجد نفسها لا تكتمل إلا بالإستعانة بإقامة الجسور وشق الإنفاق وتشييد الكبارى المعلقة ويمكن أن نقارن بين النقل بالسكك الحديدية والنقل بالسيارات ليتضح أثر الخريطة الكنتورية فى تصميم هاتين الشبكتين وكما هو معروف أن أطوال الخطوط الحديدية ومدى : كثافتها تأتى لتفاعل أربعة عناصر هى:-

* درجة التقدم فى مضمار الحضارة الصناعية.
* كثافة السكان.
* درجة التقدم فى إستغلال الموارد الطبيعية.
* شكل التضاريس.

وتنتج هذه العناصر معاً أشكالاً مختلفة من الشبكات الحديدية فالعناصر الثلاثة الأولى تلعب دوراً واضحاً فى تكوين شبكة كثيفة كما هو الحال فى بريطانيا وشرق الولايات المتحدة وشمال فرنسا كما تحدد أشكال التضاريس شبكة الخطوط بمسارات محددة فى المناطق الجبلية أو بشبكة واسعة فى المناطق السهلية ومن الأمثلة الجيدة على ذلك الخطوط الحديدية فى جنوب فرنسا وشمالها، ولا شك فى أن النقل الحديدى قد أدى إلى إحداث ثورة حقيقية فى علاقات المكان الجغرافية كما أدى إلى إحداث تغير واضح فى العلاقات الانتاجية فى أقاليم النشاط الاقتصادى.

ولو قارنا بين القاطرة والسيارة كوسيلتا انتقال نجد أن القاطرة لا تمكن من ارتقاء المنحدرات مثل السيارة التى تستطيع ارتقاء طريق معدل انحداره امتداد ٧٪ أو ٨٪ أى أن الأرض تهبط أو ترتفع ٧ أو ٨ سم فى كل متر واحد على طول امتداد المنحدر، أما القاطرة فتقاس انحدارات الطرق الخاصة بها بآلاف الأمتار وليس بالمئات وهذا يعنى أن الانحدار فى هذه الطرق لا يزيد عن ملمترات فى مئات الأمتار ويمكن القول أن الطريق الحديدى الجيد هو الذى لا يتعدى معدل انحداره فى الألف وتصل بعض الانحدارات فى الطرق الحديدية الجبلية إلى ٢٥ الألف كحد أقصى ومع تطور سرعة القاطرة خاصة بعد عام ١٨٥٠م لم يعد فى الإمكان وجود حنيات ذات أقواس صغيرة فى الخط الحديدى ولهذا ظهرت الأقواس الكبيرة فى الخطوط عند تغير اتجاهاتها وذلك حتى يمكن للقاطرة أن تستمر فى سيرها بسرعة معقولة[1] وعلى العموم فإن تقدم صناعة القاطرة وازدياد الحاجة إلى النقل الحديدى قد ترتبت عليهما ظهور مهارة كبيرة فى إنشاء الطريق الحديدى وتثبيت مساره.

ومن هذا يتضح أن النقل بالسيارات يتناسب مع المناطق السهلية وكذا الجبلية والأمر لم يزد على كون تكلفة الإنشاء تتضاعف فى المناطق الجبلية هذا بالإضافة إلى أن أطوال الطرق تزداد فى المناطق الجبلية بزيادة الالتفاف والدورانات حول العقد الجبلية وأما النقل بالسكك الحديدية فيتطلب الأراضى السهلية شديدة الإستواء ومن هنا كان ارتباط الشبكات النقلية الحديدية بالمناطق السهلية.

ثانياً: الخريطة الكنتورية وكثافة الطرق:-

تقترن الطرق مكانياً – بظواهر عديدة لعل أهم هذه العوامل هى التضاريس كما ترتبط تفاعليا – بالسكان ونمط تجمعهم ويبدو تأثير التضاريس على الطرق بشكل واضح إذ يحدد مظهر السطح فى أى منطقة مدى إمكانية مد الخطوط ويلاحظ الأثر السلبى للمرتفعات والمناطق شديدة التضرس والمتمثل فى تخلخل شبكات الطرق بل وانعدامها فى بعض الأقاليم ومما يرفع من تكاليف إنشاء الطرق هنا عدم انتظام السطح وضرورة شق الممرات والأنفاق، ولعل

---

(١) لكى يتمكن القطار من مواصلة سيره فى سرعة ١٠٠ – ١٢٠ كم٢ فإن قطر الحنيات فى الخط الحديدى يجب أن تكون ٧٥٠ متراً وتنخفض سرعة القطاع إلى حوالى ٥٠ كم/ ساعة إذا كان قطر الحنية ٥٠٠ متر.

القاعدة العامة فى هذا الموضوع تتبلور فى كون ارتباط الشبكات النقلية الكثيفة بالأراضى السهلية ذات الانحدارات البسيطة والعكس صحيح مع المناطق شديدة الانحدار، ولا شك فى أن كثافة الشبكة النقلية تعنى قصر الطريق وقلة نفقات التشغيل، ويمكن أن نقارن بين مدينة صبيا كإحدى المحلات العمرانية الحضرية فى المنطقة الجنوبية الغربية بالمملكة العربية السعودية وإحدى مراكز الاتصال فى سهول تهامة وذات ربط جيد عبر شبكة نقلية جيدة ومدينة مكة المكرمة كمدينة تقع معظم إحيائها على كتل جبلية وعرة، فمن الدراسة يتضح أن مدينة صبيا والتى تقع على دائرة عرض ١٧,١٩َ° درجة شمالاً وخط طول ٤٢,٣٧َ° درجة شرقاً كانت منذ القدم إحدى استراحات الطريق فى درب الحج والتجارة بين اليمن والحجاز، كما توسطت الطريق العرضى من الساحل إلى أبها ونجران وهى بذلك كانت مؤهله أكثر من غيرها لأن تكون بؤرة اتصال قديمة فى هذه المنطقة، وقد استفادت هذه المدينة من الطبيعية السهلية لمنطقة تهامه فأنشئت العديد من الطرق التى تربط هذه المدينة بمدن أخرى مجاورة وذلك بالورفورات المادية التى خُصصت لاستكمال مشروعات البنية الأساسية فى الخطة الخمسية الثانية والثالثة، ولكن على الرغم مما توفر لمدينة مكة المكرمة من هذه الوفورات وربما أكثر كمدينة تؤدى وظيفة دينية عالمية والاهتمام بمستوى المرافق والخدمات المختلفة بهذه المدينة إلا إن الطبيعة التضاريسية الوعرة حالت دون التوسع فى إستكمال شبكة الطرق بين إحيائها. فمن الدراسة اتضح أن أغلب مبانى أحياء الشبيكة والمسفلة واجياد كأحياء محيطة مباشرة بالحرم المكى الشريف أُقيمت على سفوح الجبال – كنتور أعلى من ٥٠٠ متر – وقد تم البناء بشكل عفوى دون تخطيط مسبق أو تحليل للتضاريس لمعرفة المناسيب والانحدارات[١] فالحرص على السكن فى تلك المناطق نظرا لقربها من الحرم الشريف أدى إلى وجود نطاق عمرانى ذو كثافة مرتفعة صُعب فيما بعد شق الطرق المخططة والتى تتناسب مع كثافة العمران والسكان بهذه الأحياء فالطبيعة التضاريسية لهذه المناطق من جهة والعمران غير المخطط كانا وراء تخلخل شبكة الإتصال بهذه المنطقة ولا شك فى أن التحليل الطبوغرافى الدقيق للتضاريس الجبلية يعد من أهم الدراسات اليوم التى تبنى عليها مقترحات تخطيط المناطق الجبلية لأنها تعطى مؤشرات مهمة فى تمهيد هذه المناطق وتحديد مسارات الطرق بها بالتعرف على الإنحدارات المناسبة لشق

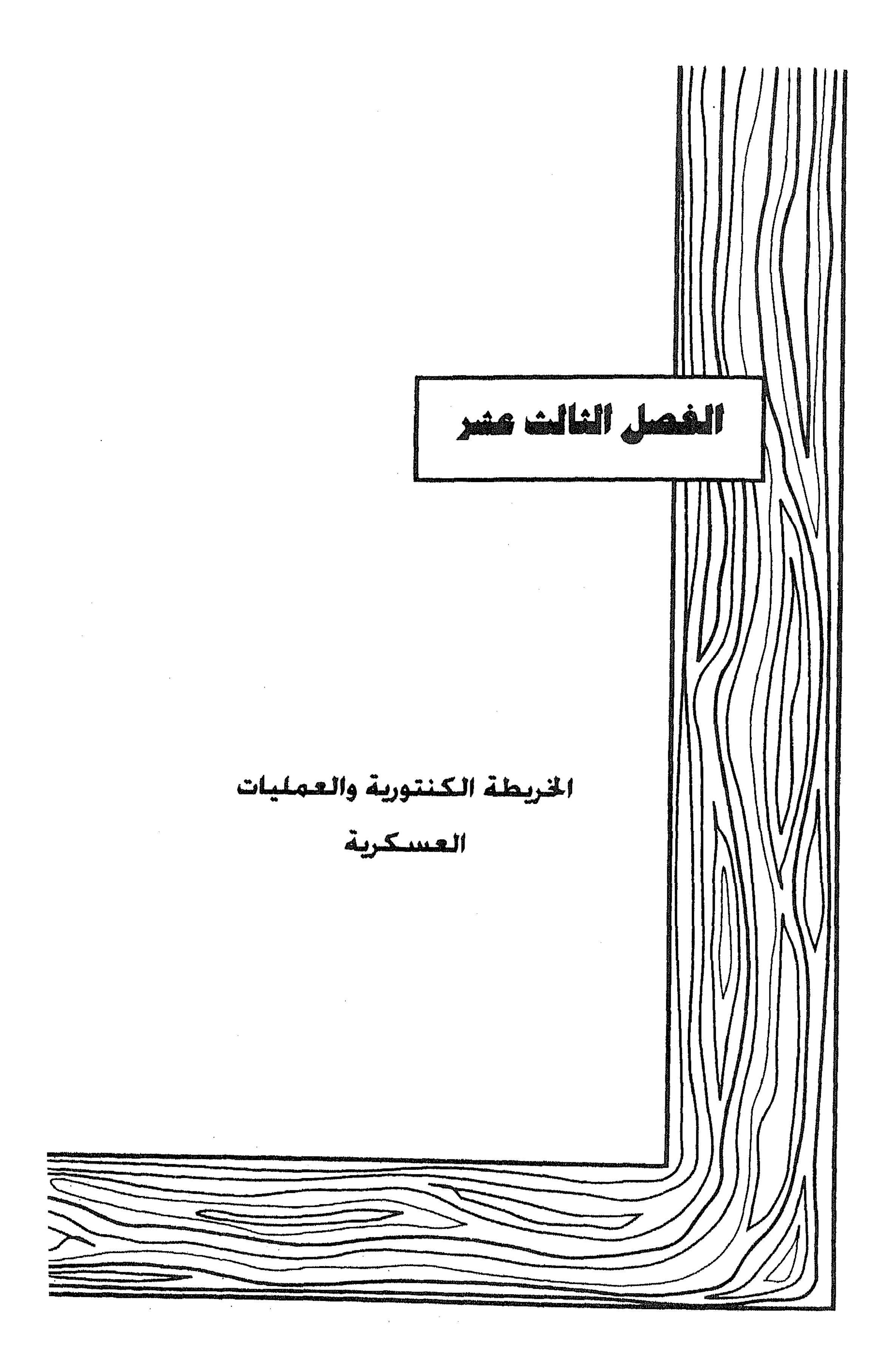
---

(١) خلال تحليل الخريطة الكنتورية لهذه المناطق مقياس ١/ ٥٠,٠٠٠ اتضح أن معظم الانحدارات لا تقل عن ١/ ٨.

هذه الطرق بما يضمن سلامة المركبات إلى المناطق المرتفعة والقمم العالية وأيضا تحديد الأماكن التى يمكن تقطعها والأخرى التى يمكن ردمها وتسويتها لتفادى المنعطفات الخطرة ومناطق الإنزلاق بهذه الطرق الجبلية.

ولعل الأمثلة عديدة ومتنوعة التى توضح أثر التضاريس على كثافة شبكة المواصلات ولعل من أوضح هذه الأمثلة مقارنة شبكة المواصلات وكثافتها فى إقليم جنوب الدلتا المصرى وإقليم جنوب سيناء بطبيعته الجبلية الوعرة.

وخلاصة القول أن مظهر سطح الأرض يعد من أهم عناصر البيئة الطبيعية المؤثرة فى شكل وخصائص شبكة المواصلات فى أى إقليم من الأقاليم.



الفصل الثالث عشر

الخريطة الكنتورية والعمليات العسكرية

الخريطة الكنتورية والعمليات العسكرية

تعد الخريطة الكنتورية من الخرائط الهامة فى العمليات العسكرية وذلك لكونها تعطى فكرة تفصيلية عن معالم سطح الأرض، الذى يعد بدوره مسرح القتال ويحدثنا التاريخ عن العديد من المعارك فشل قادتها فى تحقيق النصر لعدم درايتهم الكافية بطبيعة مسرح القتال، ويمكن القول أن استخدام موضع بئر المياه فى موقعة بدر حسم وإلى حد كبير نجاح خطة المسلمين فى هذه المعركة لصالحهم، كما أن نزول المراقبين المسلمين من على سفح جبل أحد وعدم الاعتصام به لتأمين مؤخرة جيش المسلمين حسم هذه المعركة لصالح المشركين.

وقد كان للاعتماد على الخرائط الكنتورية الحديثة المعتمدة على الصور الجوية دوراً أساسياً فى الحرب العالمية الثانية ولذلك فقد تم إنشاء مؤسسة البحوث الهندسة العسكرية التجريبية البريطانية فى إنجلترا والتى تغير اسمها لتصبح مؤسسة الهندسة والآليات العسكرية وذلك بهدف جمع المعلومات الأرضية والتوقع بخصائص الأراضى فى مناطق مختلفة من العالم (للأغراض العسكرية) بحيث تم تصنيف العديد من البيانات بناء على متغيرات أرضية متعددة تعكس الخصائص الفيزيوغرافية للأرض، وقد اختبرت مناهجهم فى التعرف على خصائص سطح الأرض فى أقاليم مناخية مختلفة من العالم (الجافة، السافانا، الرطبة المعتدلة، الغابات المدارية) مع القيام بدراسة تفصيلية على أراضى الشرق الأوسط أثناء تواجد الاستعمار البريطانى.

وفى الواقع يمكن أن نبرز الأثر الكبير للخريطة الكنتورية فى العمليات العسكرية من خلال النقاط التالية:-

* الخريطة الكنتورية تحدد نوعية الخطة وأسلوب القتال:-

تعنى الخطة تنفيذ مراحل سير القتال بما يضمن تحقيق أهداف معينة، وقد تتم فى مراحل متتالية أو فى مرحلة واحدة، وإذا كانت الأراضى السهلية تفرض نوعية معينة من الخطة تعتمد على سرعة الانتشار لإتمام السيطرة الكاملة وبالتالى نجاح الخطة فإن الأراضى المتضرسة لا تحقق فيها الخطة السالفة الذكر بسهولة بل تعتمد على تحقق المفاجأة فى السيطرة على نقط المراقبة والنقط الحصنية الذى غالباً ما تكون فى مواضع استراتيجية بالنطاقات الجبلية، ولعل أوضح الأمثلة هنا مرتبط بذلك الخط الدفاعى الحصين والساتر الترابى المرتفع الذى أقامه

الجيش الإسرائيلى بمحاذاة قناة السويس عقب حركة ١٩٧٦ م والخطة الهجومية التي وضعت من القيادة المصرية لاختراق هذا الخط والسيطرة عليه.

إن طبيعة سطح الأرض الذى توضحه الخريطة الكنتورية بشكل واضح تفرض اختلاف فى الخطط العسكرية فما تفرضه الأراضى السهلية من خطط عسكرية لا يتفق مع ما تفرضه الأراضى الجبلية ومناطق الهضاب وكثيرا ما نسمع بعض الاصطلاحات التى تبلور هذا الموضوع، فهناك ما يعرف بحرب الجبال وحرب الغابات وعلى صعيد الحرب الإسرائيلية - المصرية عام ١٩٧٣م نجد أن معركة العبور واختراق العائق المائى والمتمثل فى قناة السويس اختلفت فى خططها تماماً عن معركة فتح الممرات فى الساتر الترابى وذلك بحكم اختلاف طبيعة سطح الأرض ولو كانت هناك معركة ثالثة فيما وراء خط بارليف لتطلبت نوعية ثالثة من الخطط العسكرية، إن طبيعة سطح الأرض لا تحدد فقط معالم الخطة العسكرية بل وتفرض وإلى حد كبير أسلوب وتكنيك القتال المستخدم.

إن عملية التعرف على خصائص سطح الأرض عملية دورية ومستمرة ويساعد على ذلك سرعة التقاط الصور الفضائية التى توفر العديد من الصور التى تنشئ منها الخرائط الحديثة ويتم تفسير هذه الخرائط تبعاً لمعرفة أى تغيرات عسكرية تحدث فى أى منطقة وبصفة خاصة يرى المختصون فى هذا المجال بالولايات المتحدة الأمريكية أن هذه الدراسات يمنع القوى المعادية لها من تنفيذ مخططات عدوانية إذا ما علموا بأن مخططاتهم مكشوفه ومحللة ومفهومة، مما يفقدها عنصر المفاجئة فى العدوان والذى ربما يكون أهم أسباب النصر ولا شك فى أن إمكانية معرفة خصائص الأراضى التى تخضع للعمليات الحربية المختلفة، ونظم الاتصالات والمواصلات والمنشآت العسكرية ومواضع الأسلحة الاستراتيجية وظروف المناخ بل والطقس وغيرها يساعد على تخطيط العمليات العسكرية بكفاءة عالية.

*** الخريطة الكنتورية تحدد نوعية المعدات العسكرية:-**

غالباً ما تستخدم فى العمليات العسكرية أنواع مختلفة من الأسلحة ولكل نوع من هذه الأسلحة مزايا وخصائص تحدد له مهام عامة وخاصة فى الاستخدام، وعلى الرغم من التقدم الهائل فى تطور صناعات الأسلحة فى جميع المجالات إلا أنها لازالت لها البيئات التضرسية المعينة التى تعمل فيها بكفاءة عالية، ولعل الأمثلة عديدة فى هذا الموضوع، فلن تنجح خطة

عسكرية فى منطقة شديدة التضرس وتعتمد هذه الخطة على الدبابة كمعدة عسكرية فى اختراق دفاعات الجيوش الأخرى إذ أن الطبيعة الوعرة لسطح الأرض لا تتناسب مع قدرة الدبابة لحسم هذه المعركة على الرغم من قدرة الدبابة فى السير فى السهول المموجة لكونها تستخدم، الجنزير فى سيرها وكثيراً ما حسمت معارك فى مناطق جبلية باستخدام سلاح المدفعية وليس المدرعات، كما أن أيضا سلاح المشاه أثبت فاعلية وقدرة قتالية عالية فى كسب معارك السهول هذا بالإضافة إلى أن عمل العديد من أجهزة الاتصال والمراقبة والتجسس والتصويب تعمل بكفاءة عالية فى المناطق السهلية أكثر منها فى المناطق الجبلية.

وعلى الرغم من التقدم الكبير فى صناعة الأسلحة وإدخال الحاسبات الألية فى تشغيلها إلا أن العنصر البشرى لازال هو الأساس فى استخدام هذه الأسلحة ويحتاج هنا العنصر إلى تأمين الاتصال والتموين والخدمات الطبية له وهذا ولا شك يتحقق بشكل أسهل وأيسر انتظاماً فى السهول والأراضى المنبسطة أكثر منه فى المناطق الوعرة شديدة التضرس. ويمكن القول أنه حتى الآن ورغم تقدم وسائل الاتصال لازالت بعض الجيوش تعتمد على الحيوانات كالبغال وجمال الهجن فى بعض المهام العسكرية فى العديد من المناطق التى لم تشق بها طرق لصعوبة السطح بها أو ربما لطبيعة التربة.

وتهدف عمليات تحليل وتقييم الأراضى للأعراف العسكرية إلى التنبؤ بقابلية حركة الآليات العسكرية عبر تلك الأراضى ومعرفة تأثير خصائص الأراضى على العمليات الحربية وبخاصة حركة القوات البرية والمركبات المخنزرة وتحديد العوائق الطبوغرافية أمام الحركة كالانحدار الشديد وعدم الانتظام فى السطح وارتفاع النباتات الطبيعية ودرجة تباعدها وطبيعة المسطحات المائية وأعماقها وخصائص العوائق البشرية.

ويتم التقييم العسكرى لسطح الأرض وفق مقياسين.

الأول : استراتيجى.

الثانى : تكتيكى.

وبالمقياس الاستراتيجى يكون الاهتمام بجمع الظواهر الجغرافية وتوزيعها المكانى مثل الأراضى السهلية (المنخفضة) ذات الأهمية الاقتصادية بما فى ذلك المدن وشبكة المواصلات

والأراضى الجبلية والبحار، والأنهار وغيرها، وعلى المستوى التكتيكى يكون الاهتمام بالتفاصيل الدقيقة لسطح الأرض حيث يتم التركيز على أربعة مشكلات رئيسية هى:-

- مدى الرؤية والحركة عبر البلاد.

- مدى استجابة السطح للعمليات الدفاعية كحفر الخنادق والكهوف.

- مدى توافر مصادر المياه والمواد الأرضية.

الصالحة لإنشاء المبانى والطرق والحواجز الدفاعية.

ومن الأهمية بمكان دراسة الخريطة الكنتورية دراسة دقيقة ليتضح منها أفضل النقاط الأرضية التى يمكن من خلالها إجراء عمليات الاستطلاع لقوات العدو، وكذلك معرفة تحديد الأراضى التى تعيق الرؤية وعمليات الاستطلاع من قبل العدو وأيضا معرفة وتحديد الأراضى المستوية التى تصلح لأن تكون مهابط للطائرات الحربية والمواضع التى تصلح للإنزال المظلى وتتوقف هذه الأغراض على عناصر أرضية هامة مثل شدة الانحدار وصلابة السطح وطبيعة العوائق.

وتوجد أمثلة عديدة فى التاريخ العسكرى الحديث توضح أهمية سطح الأرض بظواهره المختلفة فى العمليات العسكرية وأبرز تلك الأمثلة أراضى ساحل الفلاندرز أو ساحل دنكرك شمال مشرق فرنسا مقابل ميناء دوفر البريطانى (حيث يمثل ميناء دنكرك عنق الزجاجة الذى يفصل بين بحر الشمال وبحر المانش عبر مضيق دوفر).

وقد أوضحت العديد من الدراسات العسكرية أهمية تلك الأراضى من الناحية الاستراتيجية لكونها أضيق نقطة فى السهل الأوروبى الشمالى، حيث يتمثل الطريق الوحيد الذى يصل بين ألمانيا وفرنسا وبدون أية عوائق طبوغرافية كذلك تكمن أهيمتها الاستراتيجية فى ارتفاع كثافة السكان وتطور الإقليم من الناحيتين الزراعية والصناعية.

(حيث تعتبر المنطقة جزءاً من إقليم ليل الصناعى فى فرنسا) هذا وينفرد سهل الفلاندرز أيضا بخصائص أخرى أهمها أنه يمثل أكثر الأراضى انبساطاً وانخفاضاً فى أوروبا.

كما تتكون أراضيه من الطين الناعم مما يجعلها غير منفذه ومستواها المائى مرتفع ويترتب على تلك الخصائص سلبيات تتمثل فى بطء حركة القوات العسكرية الفازية، وأيضا يصعب حفر الخنادق بالمياه بسبب ارتفاع المياه الجوفية.

وهناك الكثير من الأدلة على دور الأراضى الطينية لسهل الفلاندرز كعوائق أمام التحركات العسكرية فيما بين عامى ١٩١٤ - ١٩١٨. ١

وفى الواقع فهناك تجارب عديدة لدول مختلفة فى تحليل الخرائط الكنتورية وتقييمها للأغراض العسكرية ومن هذه التجارب .

* تجربة الولايات المتحدة الأمريكية:-

إذ قام سلاح الهندسة الأمريكى بتطوير نظام كمى (بارامترى) لتحليل الأراضى وتصميمها للأغراض العسكرية وقد كان أنجح البرامج التى وضعت لذلك عام ١٩٥٣، وأخذ اسم «التقييم العسكرى للمناطق الجغرافية Military Evaluation of Geographic Areas باستخدام الصور الجوية والخرائط الطبوغرافية والمسح الميدانى.

وقد تم التركيز على تحديد عدد من العوامل الأرضية ومجموعاتها التى تؤثر على العمليات العسكرية مع إعطائها قيماً رقمية ثم صياغة نظام تصنيفى يقوم على ما يسمى بالعوامل الأرضية والتى تضم متغيرات فيزيوغرافية مثل طبيعة الأراضى (جبال، هضاب، سهول) ومتغيرات مورفولوجية (أى الشكل الخارجى للسطح) مثل زوايا الانحدار الشائعة ومتغيرات جيولوجية وخصائص التربة ومتغيرات هيدرولوجية ومتغيرات بنائية.

* تجربة المملكة المتحدة:-

أسهمت مؤسسة البحوث الهندسية العسكرية مع جامعتى أوكسفورد وكمبردج فى تطور مفاهيم تصنيف الأراضى لأغراض العمليات العسكرية وبخاصة فى المناطق شديدة التضرس والتى يصعب الوصول إليها، وقد وضعوا نظامهم على أساس مبدأ النظائر الأرضية الذى ينص على أنه لكل نظام أرضى فى منطقة ما نظائر متشابهة وهذه النظائر لها نفس الخصائص فى حالة تشابه عناصر المناخ والتكوين الجيولوجى، وقسمت الأراضى لديهم إلى وحدات أرضية ذات رتب مختلفة وقد استفيد من هذه الدراسات فى مجال العمليات العسكرية فى الحرب العالمية الثانية.

* تجربة كندا:-

قام ثلاثة من أساتذة قسم الجغرافيا بجامعة ميجل Mcgill الكندية بوضع نظام لتصنيف الأراضى وتقيمها لأغراض حركة الآليات العسكرية بناء على طلب من دائرة البحوث التابعة لوزارة الدفاع الكندية.

وقد استخدم فى النظام الكندى ثلاثة عناصر أرضية رئيسية هى:

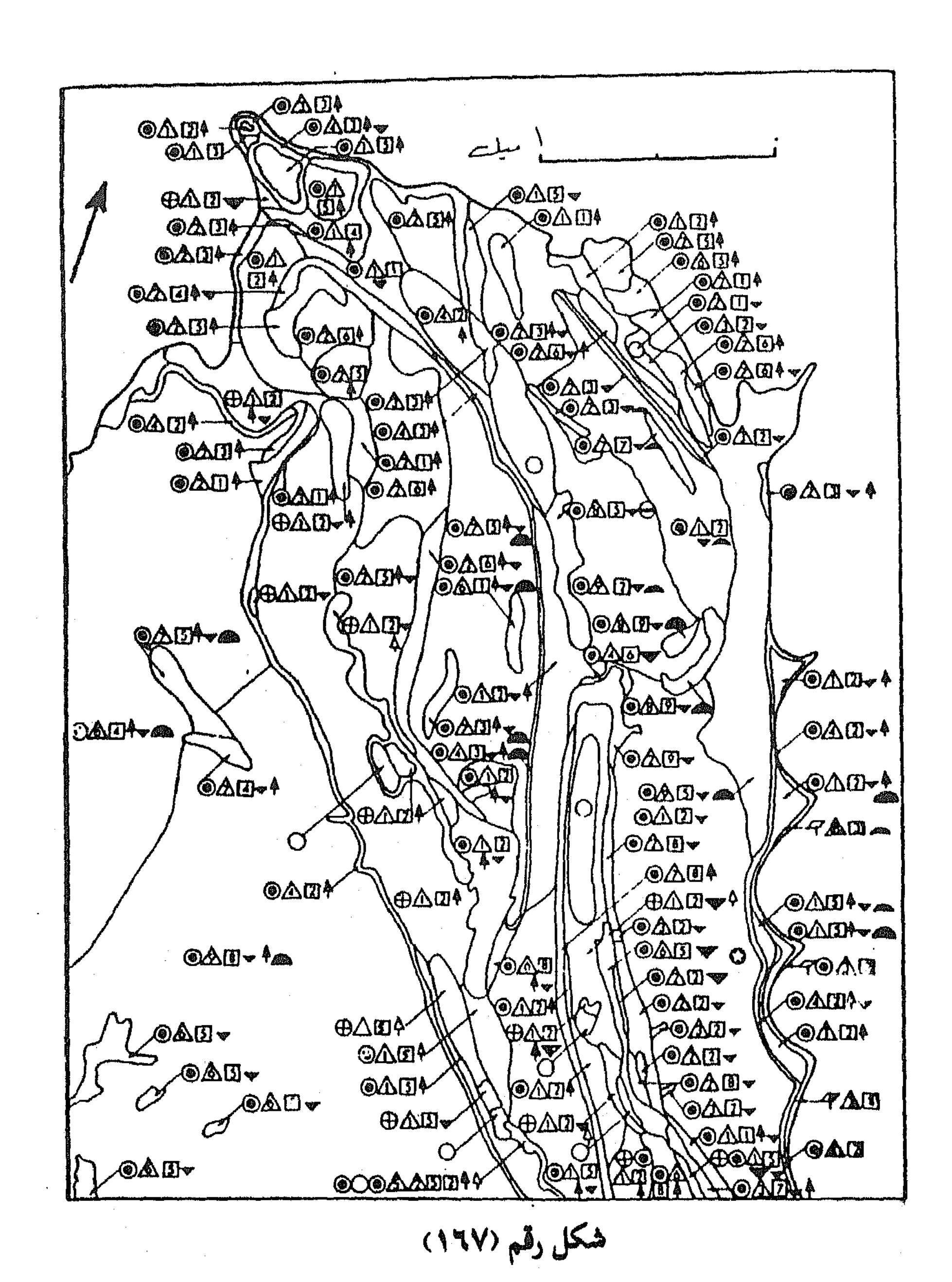
١- التكوين السطحى (الصخرى، والترابى).

٢- الشكل الخارجى لسطح الأرض.

٣- الغطاء السطحى ويتضمن الغطاء البنائى واستعمالات الأراضى.

انظر شكل رقم (١٦٧).

وجُمعت العناصر الثلاثة فى خريطة واحدة بمقياس ١/ ٢٥٠٠٠ بهدف تقيم الأراضى حسب تأثيرها على حركة الآليات والمركبات العسكرية المختلفة.



شكل رقم (١٦٧)

المكونات السطحيـــة

- □ صخر متماسك (جرانيت ونايس)
- ⌑ مواد غير متماسكة
- ◉ ترب معدنية (كالرمل والرمل الغريني)
- ⊕ ترب عضوية ناعمة وخشنة النسيج
- ○ مسطحات مائية: العمق أكثر من ١ متر والمساحة أكثر من ٤ دونمات

أنماط الانحدار		شكل المنحدر	
△1	٠ – ٦ درجة	1	محدب لطيف
△2	٦ – ١٤	2	مستقيم لطيف
△3	١٤ – ٢٦,٥	3	مقعر لطيف
△4	٢٦,٥ – ٤٥	4	محدب خشن
△5	٤٥ فاكثر	5	مستقيم خشن
△6	نمط ١ + ٢	6	مقعر خشن
△7	نمط ٢ + ٣	7	نمط ١ + ٣
△8	نمط ٣ + ٤	8	نمط ١ + ٢ + ٣
△9	نمط ١ + ٢ + ٣	9	نمط ٤ + ٥ + ٦

(أشكال المنحدر 1–9): مورفولوجية السطح (المستوى العام)

مورفولوجيـــة السـطح، المستوى التفصيلي

- أشكال ناتئة تتكون من الترب المعدنية، عشوائية أو بنمط خطي، الانحدار من نمط ٦ أو ٧، الطول ١٥٠ – ٦٠٠ متر، نسبة العرض الى الطول ١:١ – ٤:١١، ٢٠: الارتفاع من ٣ – ٣٠ مترا، تشمل أحيانا على كثبان رملية هوائية متبقية.
- أشكال ناتئة تتكون من الترب المعدنية، عشوائية أو بنمط خطي، الانحدار من نمط ٦ أو ٧، الطول ١٥ – ١٢٠ متر، نسبة العرض الى الطول ١:١ – ٢:١ – ٨:١، الارتفاع أقل من ٣ أمتار، تشمل أحيانا على تموجات وفرشات رملية هوائية.

الغطاء السطحي، تركيب النبات الطبيعي

الرمز	الارتفاع / الساق	الشكل
▲	الارتفاع أكثر من ٨ متر / الساق خشبي	الشكل: أشجار
△	٢ – ٨ / الساق خشبي	أشجار وشجيرات
▼	٠,٥ – ٢ / الساق خشبي	شجيرات طويلة
▼	أقل من ٠,٥ متر / الساق خشبي وغير خشبي	شجيرات قصيرة / حشائش وطحالب

الغطاء السطحي: تباعد النبات الطبيعي

الرمز	التباعد	الرمز	التباعد
9	٠ – ٣ متر	4	٢٠ – ٣٠
8	٣ – ٥	3	٣٠ – ٤٥
7	٥ – ٨	2	٤٥ – ٧٥
6	٨ – ١٤	1	أكثر من ٧٥
5	١٤ – ٢٠		

* الخريطة الكنتورية تحدد مواضع المدن الحربية ومسارات الجيوش والزمن المستغرق في العمليات العسكرية.

للمدينة وظيفة تؤديها، وهي أصل وجودها وسبب بقائها وكما أدت المدينة الحديثة دوراً واضحاً في الصناعة والتجارة والخدمات أدت أدوار مختلفة في الماضي، وكان من أبرز هذه الوظائف هي الوظيفة الحربية كالخرطوم عاصمة السودان والمنصورة عاصمة محافظة الدقهلية في الدلتا المصرية، وعلى الرغم من أن تقدم تقنيات وأساليب الحروب قوض وإلى حد كبير نظرية المواقع الاستراتيجية وخاصة في أوقات الحروب وأثر بالتالي في أهمية مدن مراقبات الحدود ومدن الثغور والقلاع إلا أن زاوية اهتمامنا هنا بخطوط الكنتور كمحدد لقيام هذه المدن وشغلها تلك المواضع المرتفعة التي تسمح لها بالقيام بوظيفتها، وأيضا تحدد الخريطة الكنتورية مسارات الجيوش ففي المعارك التي تدور في المنطقة الجبلية تبرز الأهمية الاستراتيجية للممرات في هذه النطاقات المرتفعة، بل إن السيطرة على المنافذ الواسعة بين الكتل الجبلية لكونها ستكون نقط الاجتياز للجيوش يعد حسم للمعارك بين الأطراف المتصارعة، كما أن تأمين وصول الجيوش إلى نقط معينة من الأمور التي تحدد بدقة من خلال التحليل الدقيق للخريطة الكنتورية ولا يخفى أهمية وعنصر الوقت في كسب المعارك، أي أن الوقت المستغرق من قبل المشاه لقطع مسافة كيلو متر واحد في منطقة سهلية سيكون أقل بكثير من قطع نفس المسافة، أي إذا كانت في منطقة متضرسة شديدة الوعورة وفي الواقع فإن الأمر لا يتوقف على التضرس وشدة الانحدار بل يدخل في الاعتبار نوع التكوينات السطحية، فمنطقة بحر الرمال العظيم بين مصر وليبيا تعد من أكبر الموانع الطبيعية لصعوبة اجتيازها للجيوش وكذلك صحراء الربع الخالي في جنوب شبه جزيرة العرب وذلك بحكم دقة التكوينات الرملية وتحركها رأسياً في بعض المناطق، ولعل هذا الموضوع يتبلور من طرحنا بعض الأسئلة التي تعنى الإجابة عليها أهمية الخرائط الكنتورية في العمليات العسكرية بصفة عامة وهذه الأسئلة هي:-

١- هل تتناسب عمليات الإبراز الجوى (المظلات) مع الأراضي شديدة الوعورة أو مناطق الغابات؟

٢- آلا تفرض أراضي كويستات نوعيات مختلفة من الخطط وأساليب القتال ومعداته وذلك بحكم أن هذه الأراضي متباينة الانحدار والمناسيب؟.

٣- آلا تعتبر أعلى مناسيب بالجروف وخاصة فى المناطق الحدودية نقط مراقبة جيدة ولها أهميتها فى العمليات العسكرية؟

٤- آلا تشكل الروابى والتلال والقمم الجبلية المنعزلة فى بيئة السهل نقطة انقطاع جاذبة لإتمام عمليات الرصد والمراقبة فى الأراضى المستوية؟.

٥- ألا تعتبر المصبات الخليجية العميقة لبعض الأنهار الكبرى فى العالم مسرح لبعض العمليات العسكرية البحرية وعلى الجانب الآخر فإن وجود الشلالات والجنادل والمسارع عائق طبيعى لمرور القطع البحرية العسكرية؟.

إن دراسة مظهر الأرض ليعد من الأمور الحيوية قبل التفكير فى الإعداد للمعارك العسكرية بل والأمر لا يتوقف عند هذا الحد فالعديد من الاتفاقيات ورسم خطوط الهدنة قد يتحدد فيها لون ملابس الجيوش وفى هذا أيضاً استجابة لظروف الأرض ولون التكوينات السطحية وذلك لضمان إبطال أثر التموية التى تقوم بها الجيوش ولا يخفى على أحد أثر التموية فى كسب المعارك.

* الخريطة الكنتورية تحدد إمكانية الرؤية والأراضى المحتجبة :-

لعل من أهم الأهداف العسكرية التى تحققها الخريطة الكنتورية هو تحديد إمكانية الرؤية فى المناطق الجبلية شديدة التضرس إذ يرتبط بتحديد الرؤية عمل سلاح الاستطلاع وتحديد مرمى القصف بالمدفعية والصواريخ. كما يمكن عن طريق تحديد الأراضى المحتجبة المناطق التى يمكن أن يختفى فيها العدو ومعداته، ويمكن بواسطة الخريطة الكنتورية تحديد إمكانية الرؤية بعدة طرق لعل أهمها:-

أ- قراءة الخريطة الكنتورية:

يمكن لمستخدم الخريطة الكنتورية من خلال قراءتها وتحليلها أن يتعرف وبشكل عام على المناطق التى تظهر بوضوح من خلال نقط أخرى مجاورة، وتعتمد هذه الطريقة على معرفة منسوب النقطة المطلوب كشف النقط المجاورة لها وأيضا معرفة مناسيب التضاريس البينية بين نقطة الراصد والنقط الأخرى المجاورة.

وغالباً يمكن الرؤية إذا كانت مناسيب التضاريس البينية بين مكان الراصد والأماكن الأخرى مناسيب أدنى من منسوب الراصد ويتوفر هذا مع الطيات المقعرة والعكس صحيح فى حالة الطيات المحدبة إلا إذا كان الراصد فوق قمة هذه الطية.

ب- تصميم القطاع التضاريسى:-

وفى هذه الحالة يتم رسم قطاع تضاريسى بسيط بين النقطتين المراد تحديد إمكانية رؤية إحداهما من الأخرى ثم يقوم المصمم بتوقيع خط مستقيم يصل بين النقطتين على القطاع ويعتبر هذا الخط خط النظر، فإذا تقاطع خط النظر مع خط القطاع أو احتوى خط القطاع خط النظر ففى هذه الحالة لا يمكن الرؤية ومن ثم تصبح المنطقة الواقعة خلف العائق منطقة محتجبة أما إذا كان خط النظر يعلو خط القطاع فيمكن الرؤية.

جـ- طريقة المثلثات المتشابهة:-

تعتمد هذه الطريقة على فكرة المثلثات المتشابهة، ولتوضيح هذه الطريقة تتبع الشكل التالى، وهل يمكن رؤية النقطة أ من ب ولتطبيق هذه الطريقة يتم تحديد منسوب كل من أ، ب بالنسبة إلى أقرب خط كنتور إذا لم يقعا بالفعل على خط كنتور بالخريطة، فإذا كان منسوب أ، ٦٦٠ متر، ومنسوب ب ٦٤٠ متر، يتم توصيل النقطتين بخط مستقيم أ ب ثم يرسم خطاً موازياً له خارج الشكل وليكن أَ، بَ فى ترتيب عكسى ويقسم هذا الخط إلى عدد من الأقسام يتناسب مع فرق المنسوب بين النقطتين ثم نصل أ أَ، بَ ب فيتقاطعان فى نقطة د يرسم خط من نقطة جـ التى تمثل عائق النظر بين أ، ب إلى النقطة د ويمد على استقامته حتى يتلاقى مع أَ، بَ فى جـ١ ويحدد قيمتها على هذا الخط، فإذا كانت قيمتها على الخط أَ بَ أكبر من منسوب النقطة جـ على الخريطة الكنتورية فإن الرؤية ممكنة بين النقطتين أ، ب أما إذا كانت قيمة جـ١ أقل من منسوب جـ فإنه لا يمكن رؤية النقطة ب من نقطة أ حيث أن العائق جـ يحول دون الرؤية.

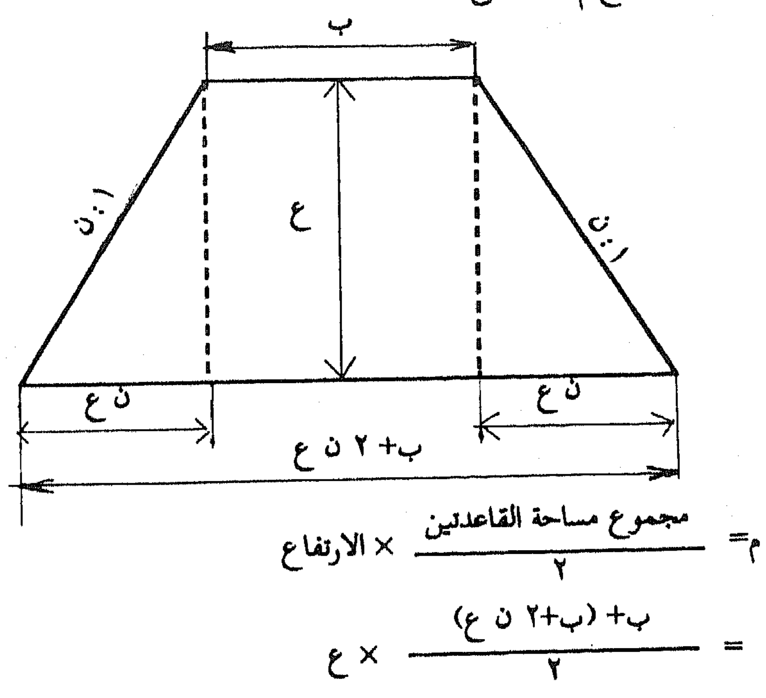
ء- طريقة المكعبات من القطاعات الطولية والعرضية:-

تستعمل هذه الطريقة فى المشاريع الممتدة على طول محور مثل أعمال الترع والطرق والمصارف، وتعتمد على تشكيل قطاعات طولية وعرضية بعد توقيع خط المشروع، ومن هذه القطاعات يمكن تحديد مناطق الحفر والردم.

ولتعيين أية مكعبات فى أى منطقة تقسم على عدة أجزاء كل منها محصور بين قطاعين عرضيين مع اعتبار أن الأرض منتظمة الميل فى هذه المنطقة، ويحسب كل جزء على حدة باعتباره منشور مجسم.

وفى حالة الجسور والطرق - تحسب القطاعات العرضية حسب ميول الجوانب ويكون إرتفاع المنشور هو المسافة بين كل قطاعين - والقطاعين هما القاعدتين م١ ، م٢ .

فإذا كان لدينا طريق بعرض - ب متر مثلا وميول جوانبه ١ : ن (أى ١ رأسى ن أفقى) وارتفاعه هو ع فمثلا فيمكن حساب أبعاد القطاع كما فى شكل (   ) وبذلك يمكن حساب مساحة القطاع م كالآتى:



م= مجموع مساحة القاعدتين / ٢ × الارتفاع

= ب+ (ب+٢ ن ع) / ٢ × ع

= (ب+ ن ع) ع

تمارين كنتورية

تمرين رقم (١)

١ – اشرح بإيجاز الخصائص الجيومورفولوجية بالخريطة ؟

٢ –فى أية مرحلة يعيش النهر؟ وما نمط مصبه؟ ولماذا اتخذ هذا الشكل؟.

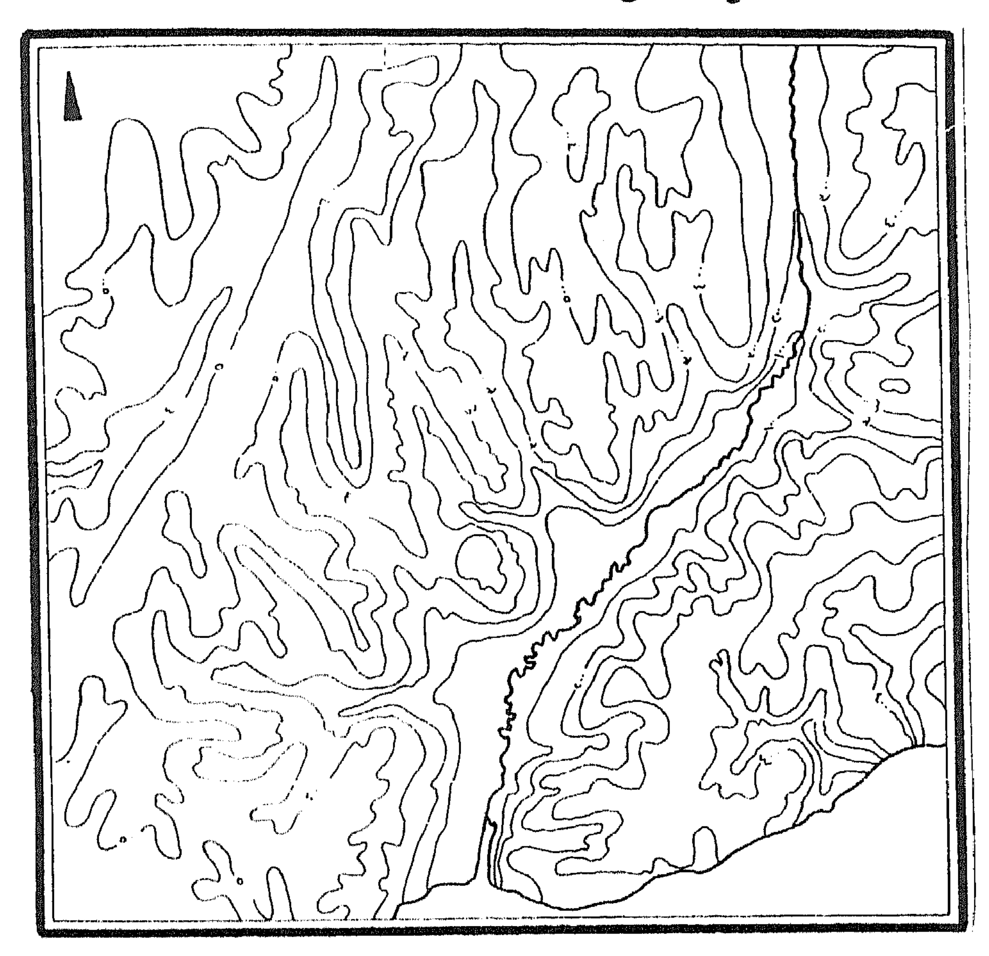
٣ – هل يمكن عمل قطاع طولى للنهر؟ ولماذا؟

٤ – ارسم قطاعاً عرضياً للوادى فى أى جزء ثم اذكر أهم الملامح التضاريسية التى أظهرها.

٥ – حدد على الخريطة روافد النهر المحتملة وارسم قطاعاً طولياً لإحداها.

٦ – ماذا يعنى تقاطع خطوط الكنتور مع خط الشاطئ.

٧ – حدد أفضل اتجاه على الخريطة يمكن أن يمتد فوقه طريق مسفلت.



تمرين رقم (٢)

١ - اشرح بإيجاز الخصائص الجيومورفولوجية التى توضحها الخريطة.

٢ - اذكر أثر خطوط الكنتور على اختيار المدن الموجودة بالخريطة لمواقعها وأثرها على النمو العمرانى لها.

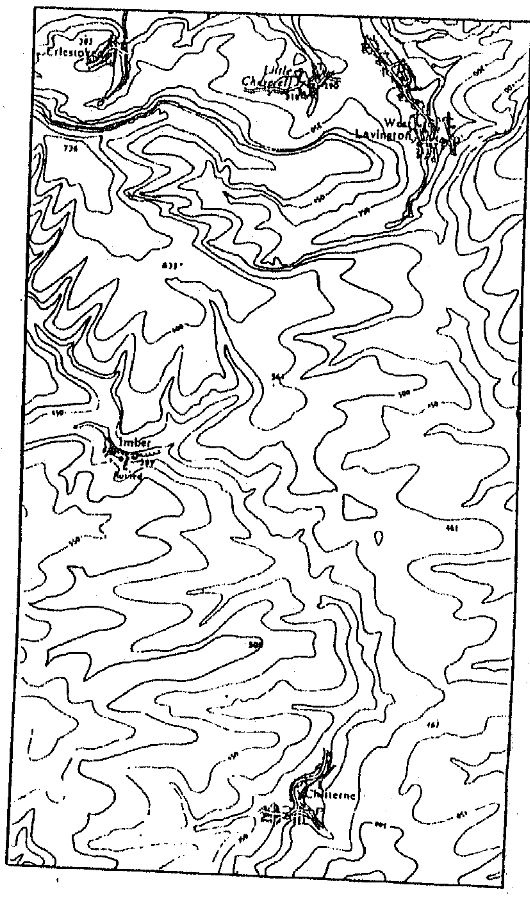
٣- ارسم قطاعاً تضاريسياً فيما بين مدينتى لتل شافرك وشيترن ثم اشرحه بعد ذلك.

٤- ارسم على الخريطة طريقا مقترحا مده بين مدينتى وست لفنجستون وايرك ستوك.

٥- اذكر أصلح الاتجاهات للنمو العمرانى لمدينة إمبر.

٦- حدد امتداد النهر الرئيسى وروافده واتجاهه.

٧- اذكر خصائص الأراضى فيما بين الأودية بالخريطة.



تمرين رقم (٣)

١ – أعد رسم الخريطة بخطوط الكنتور الرئيسية.

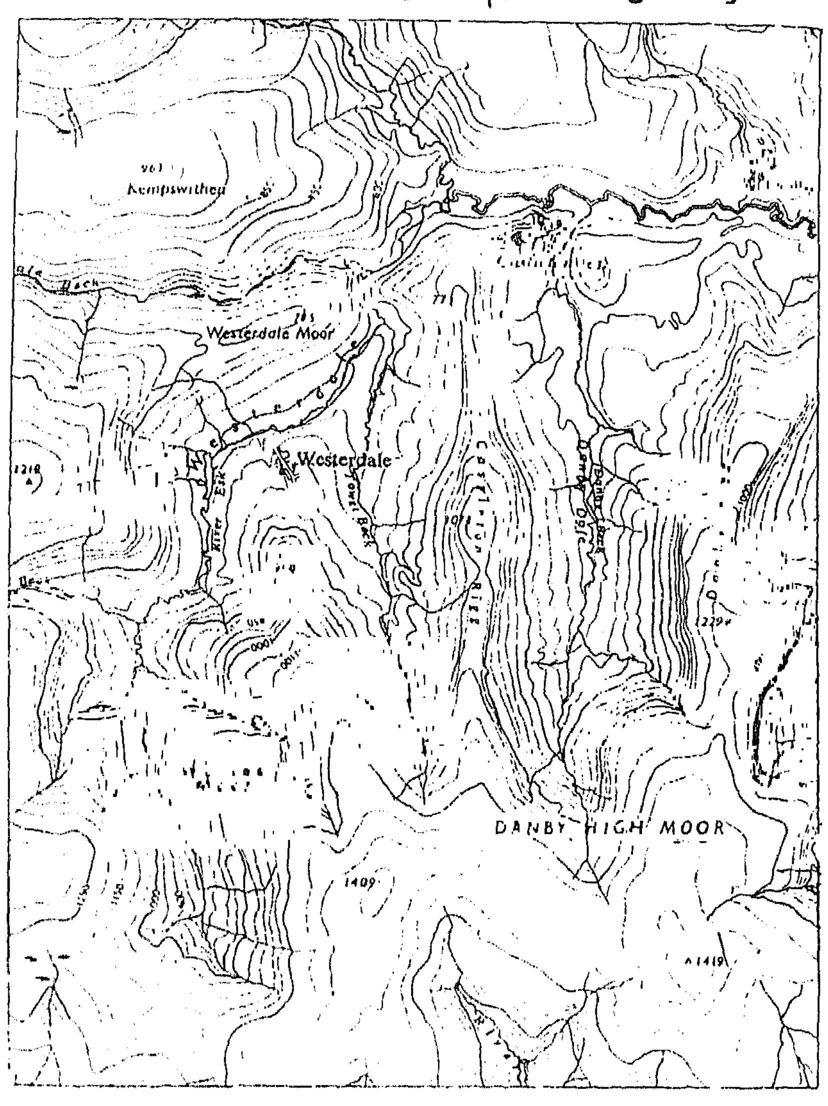
٢ – حدد رتب الروافد المتصلة بالنهر الرئيسى وبين أنماط التصريف السائدة.

٣ – حدد أسباب اختيار المدن الموجودة بالخريطة لمواقعها.

٤ – اذكر أثر التعرية الجليدية التى سادت قديما على نظم الجريان النهرى بها.

٥ – ارسم قطاعاً طوليا للرافد (دانبى) Danby.

٦ – اذكر خصائص منطقة تقسيم المياه الرئيسية بالخريطة.



تمرين رقم (٤)

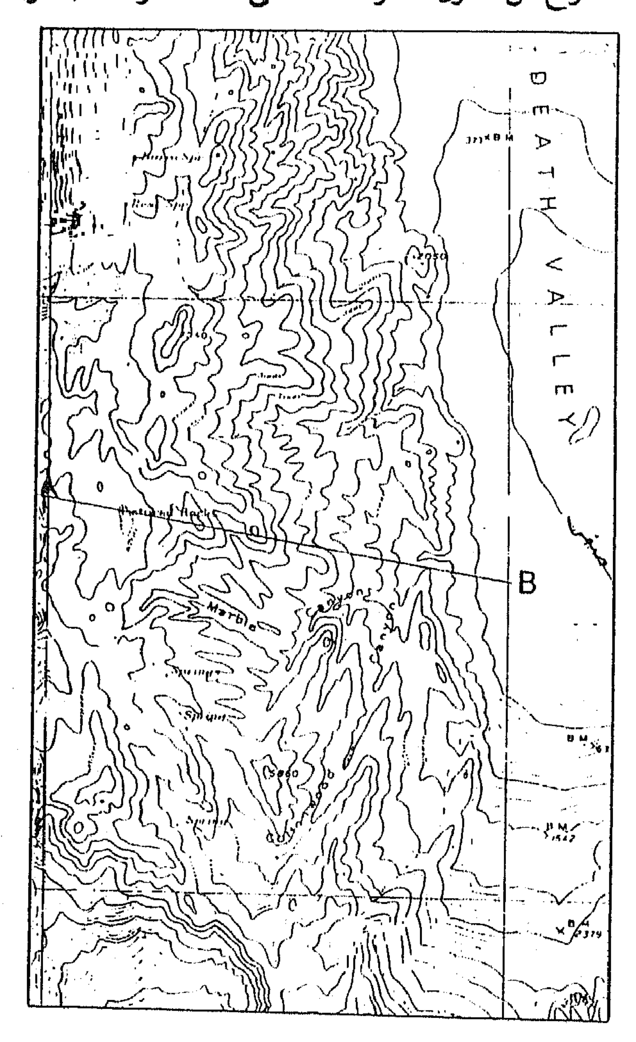
١- اذكر أهم السمات الجيومورفولوجية المميزة للمنطقة التى توضحها الخريطة.

٢- اذكر أدلة من الخريطة على سيادة المناخ الصحراوى الجاف.

٣- ارسم قطاعاً تضاريسيًا على طول الخط A-B علما بأن الفاصل الكنتورى ١٠٠٠ قدم.

٤- ارسم قطاعاً طوليا لأحد الأودية الجافة بالخريطة.

٥- ماذا تتوقع من هطول أمطار عاصفة على المنطقة الموضحة بالخريطة.



تمرين رقم (٥)

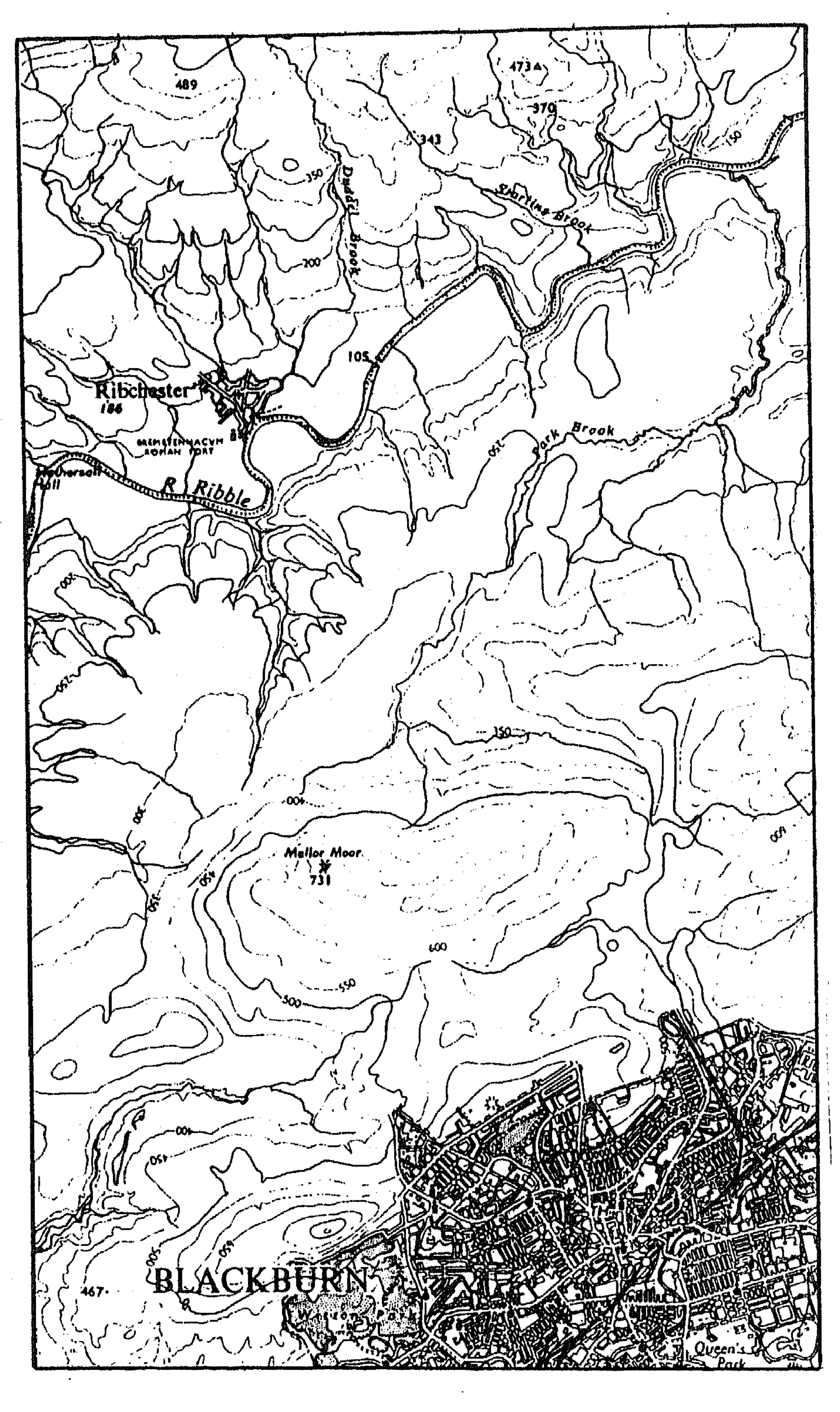
١- اذكر المرحلة الجيومورفولوجية التي يعيشها نهر «ريبل» الموضح بالخريطة مع ذكر الأدلة على ذلك.

٢- اذكر خصائص منطقة تقسيم المياه المحلية الموجودة بالخريطة، وحدد مناطق الأسر النهرى الوشيك.

٣- هل يمكن رسم قطاع طولى للنهر الرئيسى؟ ولماذا؟ وفى أى اتجاه يجرى النهر؟.

٤- ارسم قطاعاً طوليا لأحد الروافد التي تلتقى بنهر ريبل من الشمال، مع رسم قطاع طولى لرافده بارك بروك، وقارن بينهما .

٥- حدد المناطق المعرضة للنحت على طول مجرى نهر ريبل، مع قياس الثنية الرئيسية.



1 0 1 2 3 4 kilometre

تمرين رقم (٦)

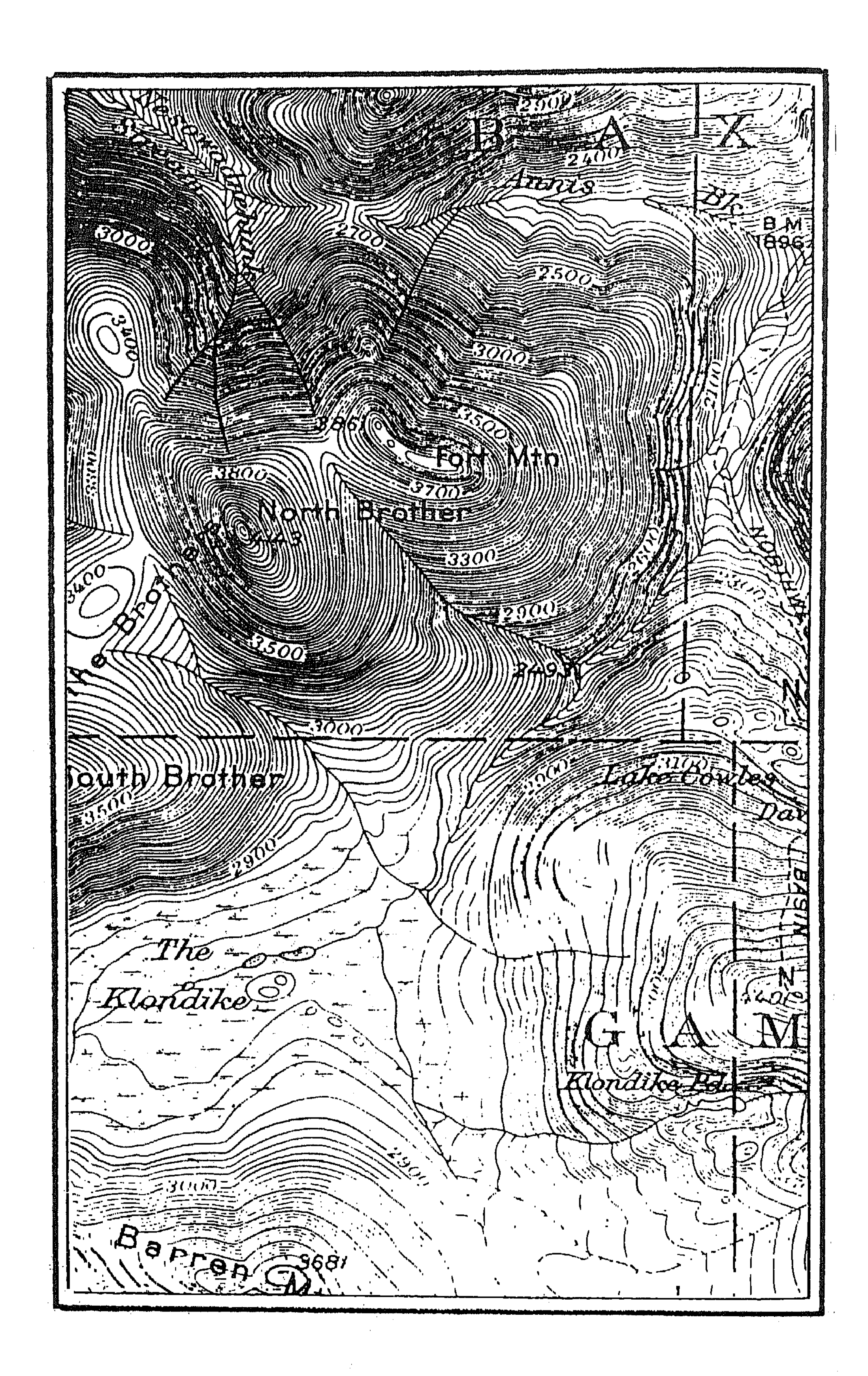
١ – حدد الفاصل الكنتورى بالخريطة المرفقة.

٢ – أعد رسم الخريطة مستخدما خطوط الكنتور الرئيسية.

٣ – ارسم قطاعا تضاريسيا ما بين قمة جبل فورت وقمة بيرن فى أقصى الجنوب الغربى.

٤ – حدد من الخريطة الظاهرات التالية أ– سرج أو رقبة ب– خانق جـ– حوض جبلى.

٥ – حدد بعض أشكال السفوح من خلال عدد من القطاعات التضاريسية.


B A X
Annis
BM
1896
3000
2700
2500
3400
3000
3500
Fort Mtn
3800
3700
North Brother
3300
3400
3500
2900
3000
South Brother
3500
Lake Cowles
2900
The
Klondike
G A M
Klondike
3000
Barren

تمرين رقم (٧)

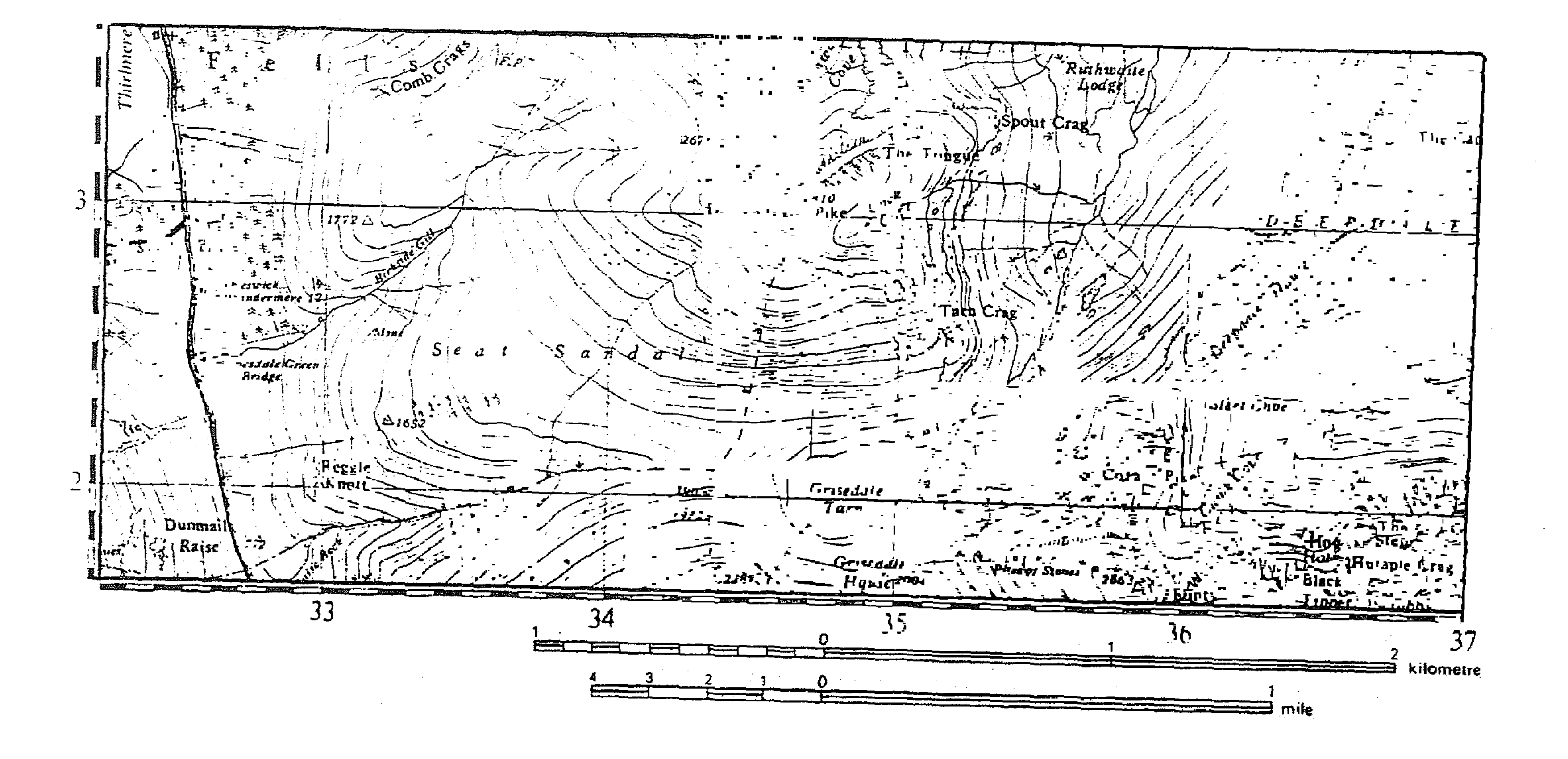
١ – حدد مظاهر وأشكال التعرية الجليدية من الخريطة.

٢ – أعد رسم الخريطة من خلال خطوط الكنتور الرئيسية، محدداً الاتجاهات العامة لانحدار السطح.

٣ – ارسم قطاعاً تضاريسيا من الاحداثي الرأسي، موضحا أهم خصائصه التضاريسية.

٤ – بحيرة جريسيديل الموضحة بالخريطة، حدد الأنهار التي تنبع منها وتلك التي تصب فيها، مع رسم قطاع طولي للنهر المتجه نحو الشمال الشرقي منها.

٥ – حدد أحد الخوانق الجبلية، مع تحديد متوسط اتساعه.



Thirlmere
Comb Crags
Ruthwaite Lodge
Spout Crag
The Tongue
Pike
Tarn Crag
Seat Sandal
1772
1652
Reggle Knott
Dunmail Raise
Grisedale Tarn
Grisedale Hause
Cofa Pike
Hole
Black
Ruthwaite
Birkside Gill
D E E P D A L E
33
34
35
36
37
3
2
kilometre
mile

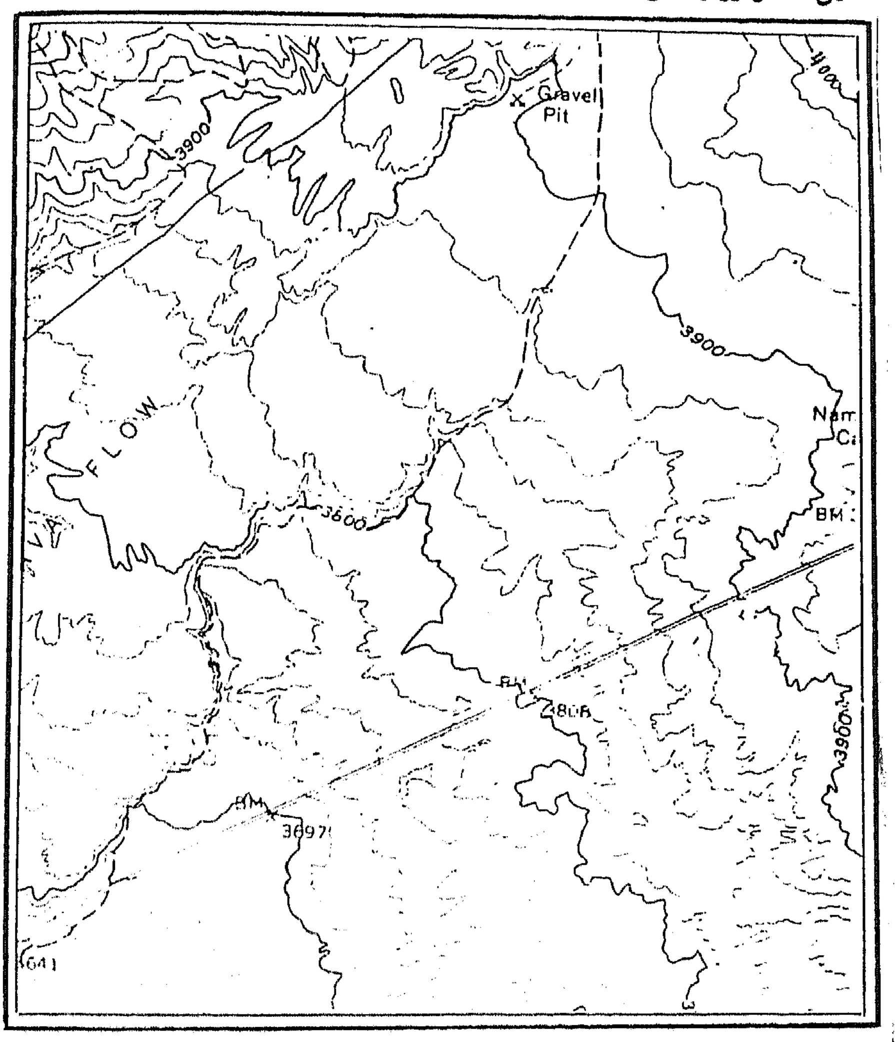
تمرين رقم (٨)

١- حدد الاتجاه العام لانحدار سطح الأرض بالمنطقة المحددة بالخريطة.

٢- ارسم قطاعاً تضاريسياً من نقطة جراڤيل إلى الشمال الغربى حتى أدنى نقطة منسوب بالخريطة. ثم حدد معدل الانحدار العام للأرض فيما بينهما.

٣- ارسم منحنى هبسومترى للخريطة معتمدا على خطوط الكنتور الرئيسية، ثم فسر منه ما يميز المنطقة من خصائص جيومورفولوجية.

٤- ارسم أربعة قطاعات متداخلة من الشمال إلى الجنوب مع شرح موجز لمدى إفادتك منها فى التحليل الجيومورفولوجي للخريطة.



تمرين رقم (٩)

١ – اكتب وصفا جيومورفولوجيا مختصراً للمنطقة التى تمثلها الخريطة.

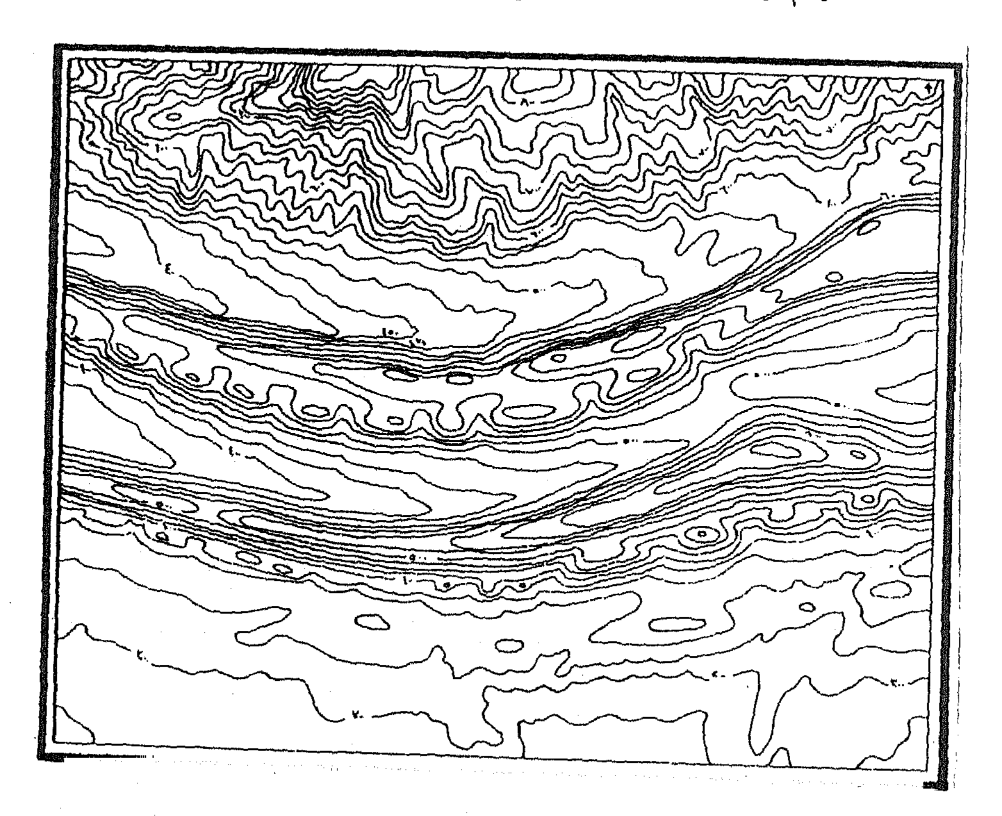
٢ – حدد أعلى نقطة على الخريطة وأدنى نقطة واذكر التضاريس الكلية للمنطقة (الفارق التضاريسى).

٣ – حدد خطوط التصريف المائية، وارسم قطاعاً طوليا لأكثرها طولاً.

٤ – حدد على الخريطة بعض الظاهرات والملامح الجيومورفولوجية المميزة.

٥ – أيهما أكثر فائدة عمل سلسلة من القطاعات المتداخلة متوازية من الشمال إلى الجنوب، أم من الشرق إلى الغرب، ولماذا؟.

٦ – ارسم أربعة قطاعات متداخلة على ضوء إجابتك على السؤال الخامس.



تمرين رقم (١٠)

١ – ارسم قطاعاً طوليا لنهر «دى لانك» واشرح على ضوئه الخصائص الجيومورفولوجية للنهر.

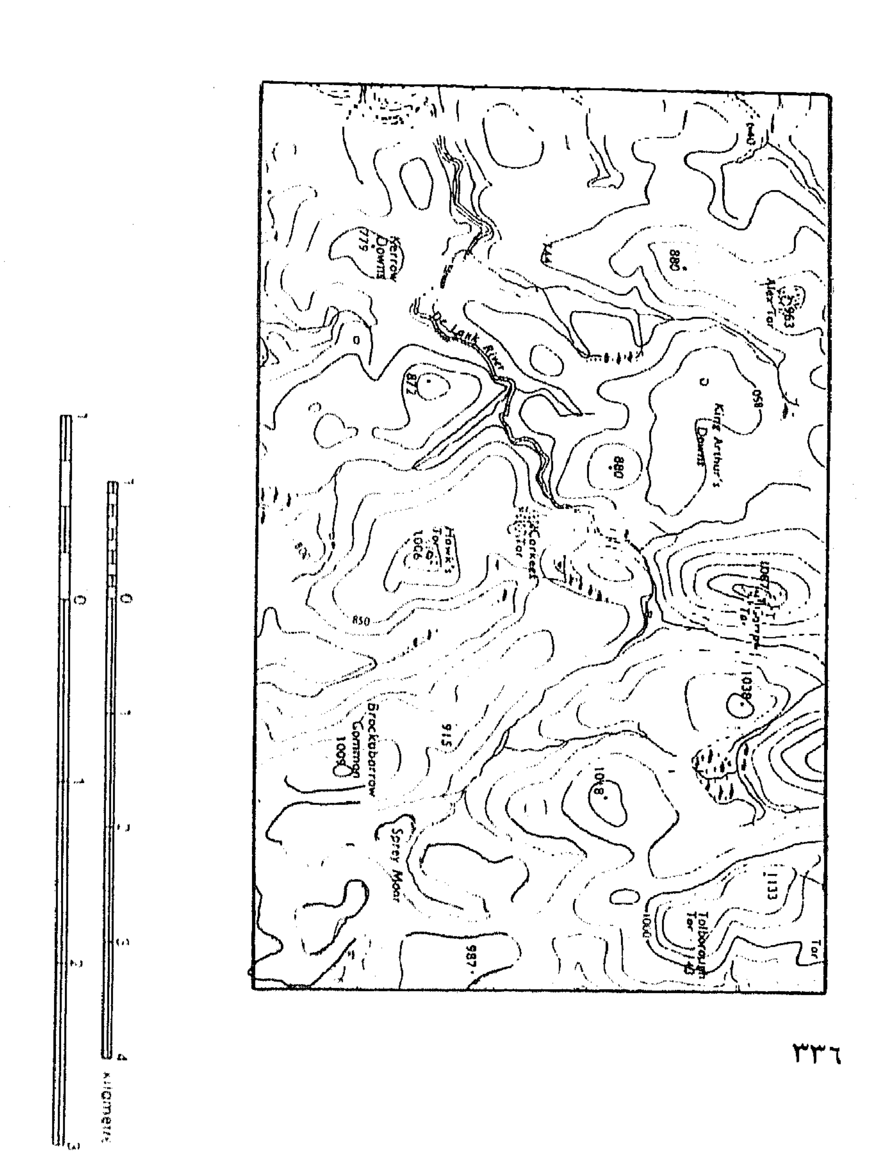
٢ – اذكر أهم الملامح الجومورفولوجية التى تبرزها الخريطة مع ذكر أسباب وجودها.

٣ – حدد أعلى نقطة بالخريطة وابدأ منها برسم قطاع فى اتجاه أدنى نقطة.

٤ – ارسم قطاعاً تضاريسياً من نقطة إليكس تور حتى نقطة كيرو أونز.

٥ – حدد خصائص أراضى ما بين الأودية.

٦ – ماذا تعنى المناطق التى تنغلق حولها خطوط الكنتور.



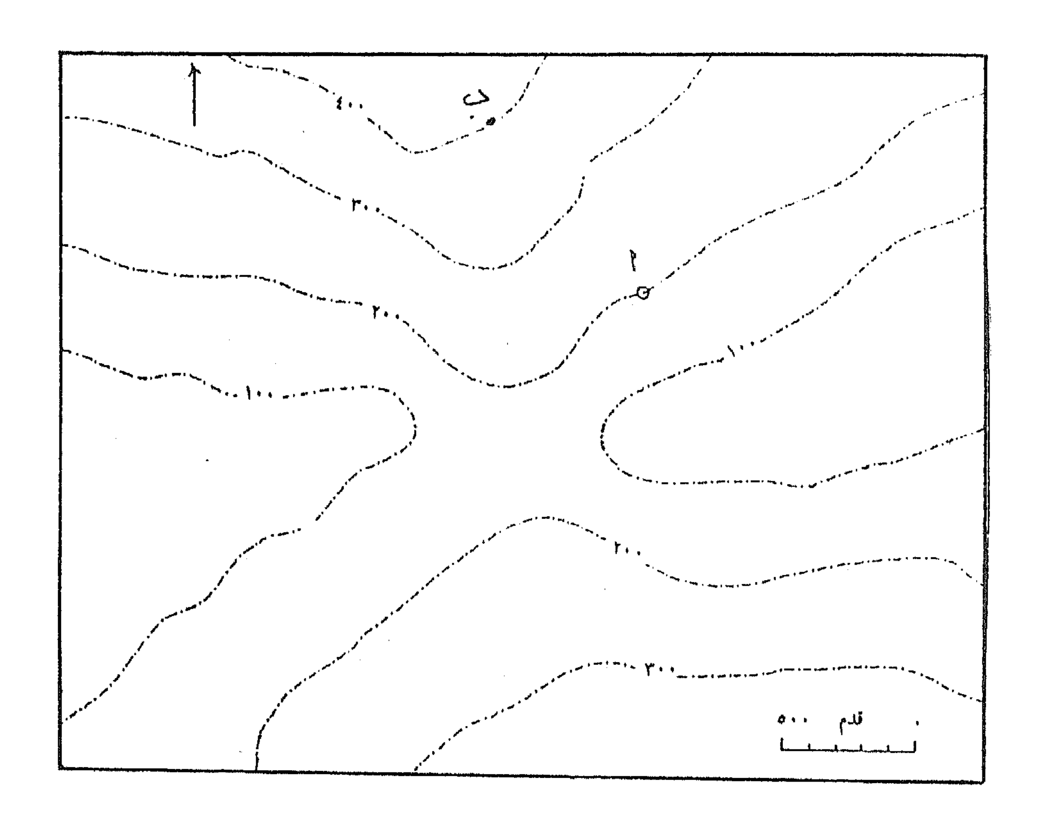
تمرين رقم (١١)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- وقع على الخريطة المرفقة خطوط الكنتور الإضافة التالية:- ٤٥٠، ٣٥٠، ٢٥٠، ١٥٠، ٥٠.

٢- وضح على الخريطة المرفقة خط كنتور ٢٠٠ كخط كنتور رئيسى.

٣- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين أ، ب.



تمرين رقم (١٢)

أجب عن الأسئلة التالية:-

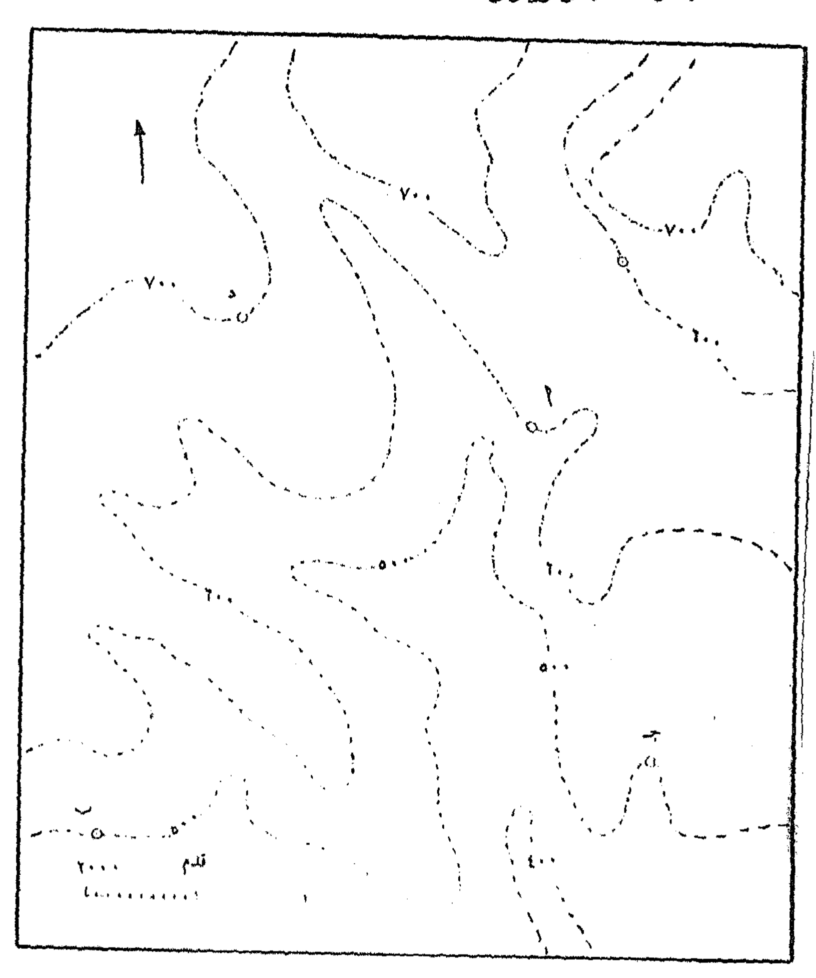
١- ارسم خطوط الكنتور التالية:-

٤٠٠، ٣٠٠، ٢٠٠، ١٠٠

٢- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين أ، ب.

٣- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٤- أكتب وصفاً جيومورفولوجيا للمنطقة.



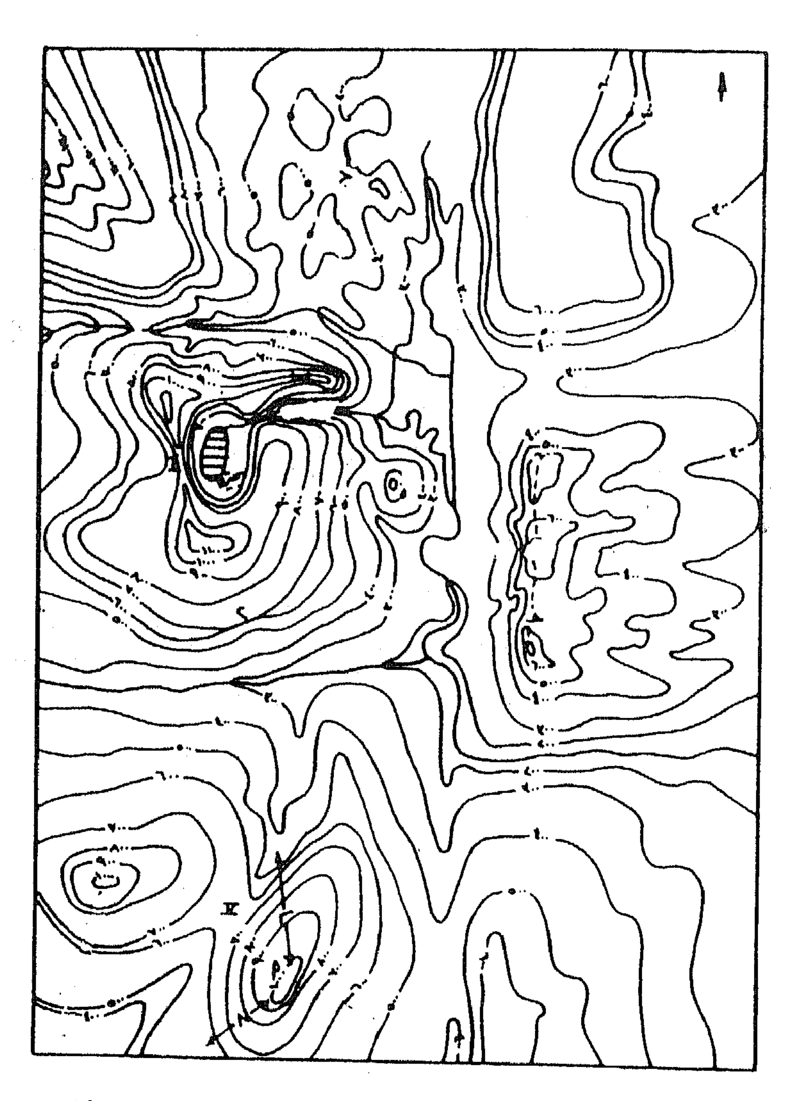
تمرين رقم (١٣)

١ – حدد المجارى المائية على الخريطة

٢ – ظلل المناطق التى تعلو منسوب ٥٠٠ متر.

٣ – حدد أنواع الأودية من خلال قراءة الخريطة.

٤ – أكتب وصفاً چيمورفولوجياً للمنطقة.



تمرين رقم (١٤)

ادرس الخريطة الكنتورية التالية والتى رسمت بفترة كنتورية قدرها ٢٥٠ قدماً، ثم أجب عما يأتى:-

١- ارسم المجرى النهرى الذى ينتهى إلى البحر عند النقطة أ وروافده الرئيسية.

٢- ما هو منسوب أعلى نقطة فى الجزيرة؟ حدد تلك النقطة على الخريطة.

٣- احسب متوسط درجة الانحدار على طول الخط ب جـ، ما هو نوع المنحدر؟.

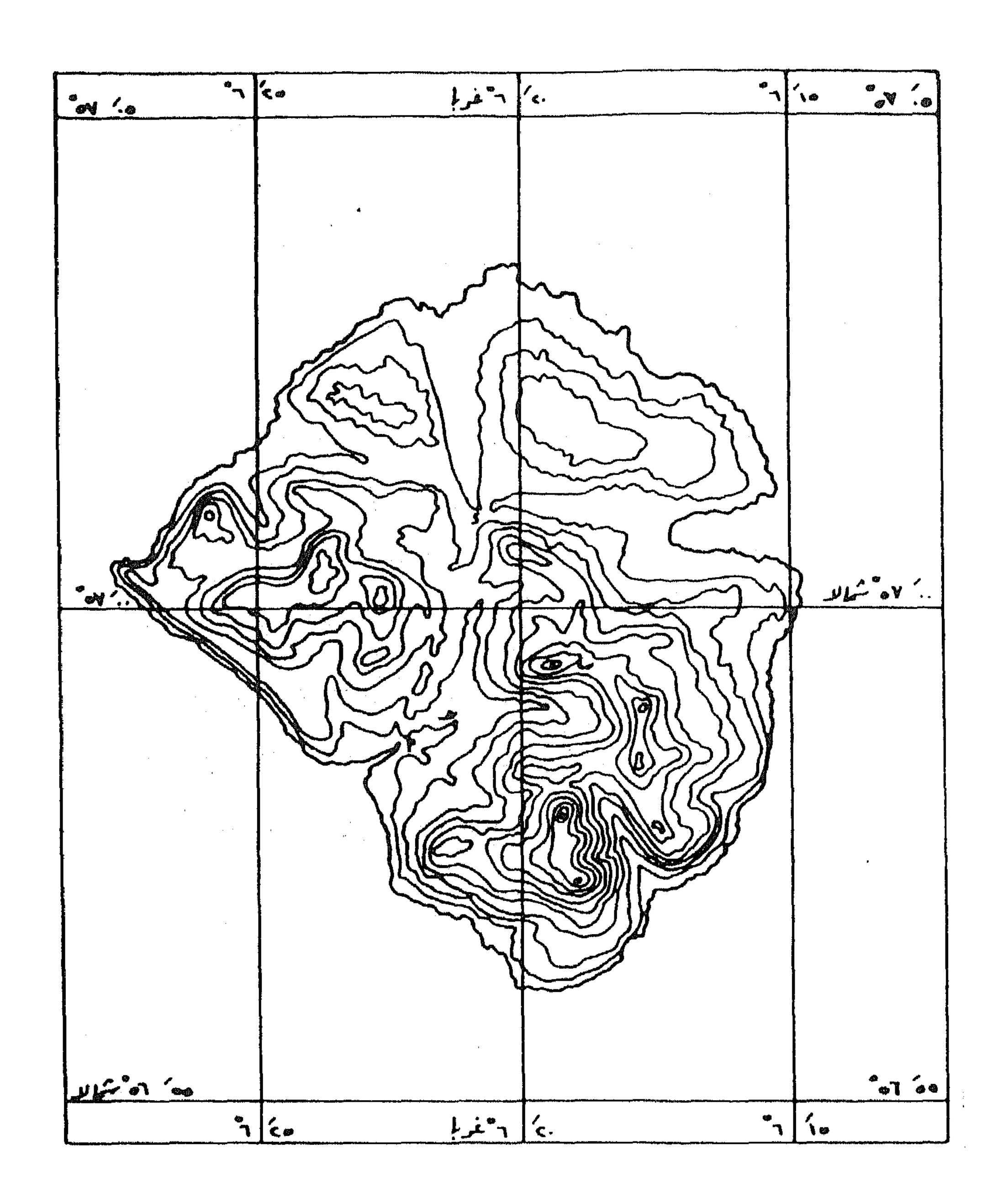
٥- ارسم شبكة التصريف المائى التى تشق أرض الجزيرة.

٦- اكتب وصفاً جيومورفولوجياً مختصراً للأودية الرئيسية بالجزيرة ودعمه بالقطاعات العرضية والطولية المناسبة.

٧- قارن بين المظهر التضاريسى عند النقطة جـ، والمظهر التضاريسى عند النقطة د فى مجال رؤية نحو الشرق عند كل منهما.

٨- إذا قمت برحلة بحرية حول الجزيرة فما هى الملامح الجيومورفولوجية لسواحلها.

نقلاً عن أحمد مصطفى، الخرائط الكنتورية، ص ٢٢٦.


٥٧° ٥′
٦°
٢٥′
٦° غربا
٢٠′
٦°
١٥′
٥٧° ٥′
٥٧° ٠′
٥٧° شمالا ٠′
٥٦° شمالا ٥٥′
٥٦° ٥٥′
٦°
٢٥′
٦° غربا
٢٠′
٦°
١٥′

تمرين رقم (١٥)

أجب عن الأسئلة التالية:-

هذه الخريطة توضح جزيرة بركانية الأصل والمطلوب الإجابة على الأسئلة التالية:-

١- وقع خط ١٥٠ متر، ٣٥٠ متر على الخريطة باللون البنى.

٢- تصميم مقياس رسم خطى للخريطة إذا علمت أن المسافة بين جـ، ء هى ٤ كم فى الطبيعة.

٣- صمم قطاعاً تضاريسياً بين س، ص واحسب قيمة المبالغة الرأسية.

٤- احسب درجة الانحدار بين س، ء.

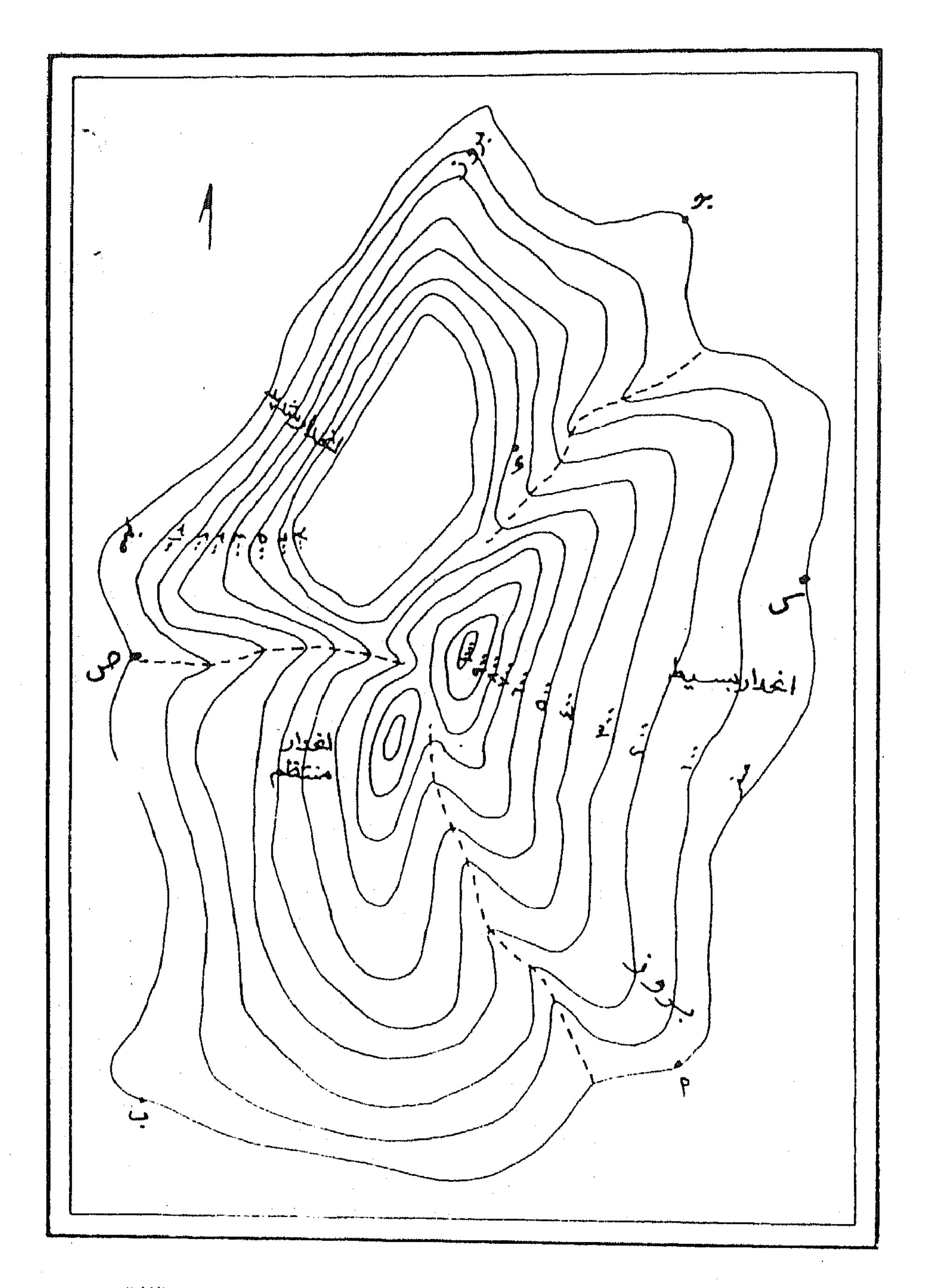
٥- ظلل المناطق التى تعلو ٤٠٠ متر.

٦- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٧- هل يمكن رؤية النقطة أ من ص أم لا.

٨- مطلوب إنشاء منحنى هبسومترى للجزيرة.

٩- مطلوب إنشاء منحنى كلينوجرافى للجزيرة.


انحدار بسيط
انحدار منتظم

تمرين رقم (١٦)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- قم برسم الخريطة المرفقة بخطوط متصلة.

٢- استخرج قيمة مقياس الرسم إذا علمت أن المسافة بين النقطتين أ، هـ يقطعها قطار في ساعتين بسرعة ٦٠ كم/ ساعة وارسم بهذه القيمة مقياس رسم خطى.

٣- أوجد مساحة المنطقة.

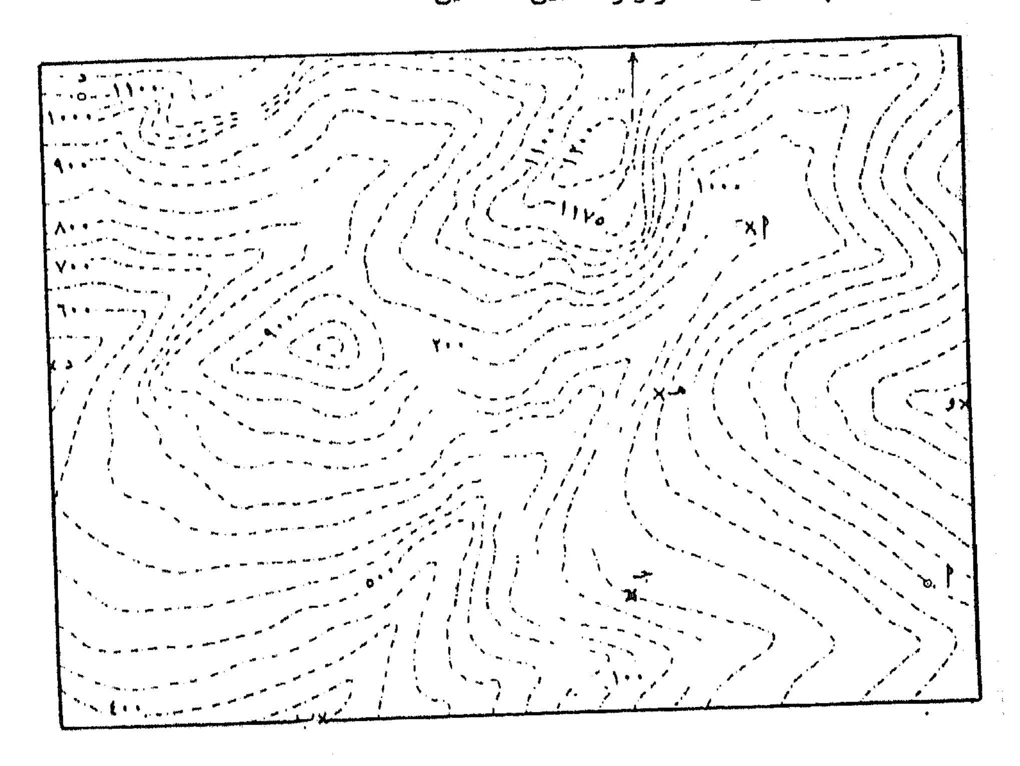
٤- هل يمكن رؤية النقطة د من و أم لا.

٥- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٦- أكتب وصفاً چيوموفولوجيا للمنطقة.

٧- قارن بين المظهر التضاريسى فى شرق الخريطة وغربها.

٨- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين جـ، هـ.



تمرين رقم (١٧)

أجب عن الأسئلة التالية :-

١ - مقياس رسم هذه الخريطة ١/ ١٠٠,٠٠٠ والمطلوب معرفة مساحتها فى الطبيعة.

٢ - تكلم عن خصائص الوادى الرئيسى فى هذه الخريطة.

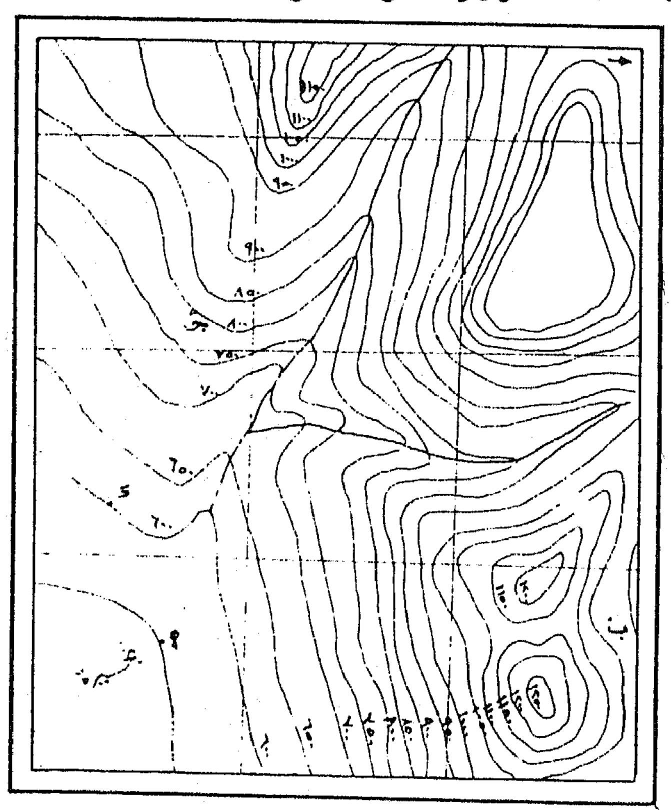
٣ - اكتب وصفاً چيومورفولوجياً للمنطقة.

٤ - ارسم قطاعاً تضاريسياً باتجاه شمالى شرقى - جنوبى غربى.

٥ - حدد مكان النقطة هـ على الخريطة إذا علمت أنها تنحرف عن النقطة ب بانحراف أمامى مقداره ٢٧٠ درجة وانحرافها عن النقطة أ بمقدار ٩٠ درجة.

٦ - ظلل المناطق التى تعلو ٧٠٠ متر.

٧ - احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين جـ، ء.



تمرين رقم (١٨)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق واكتب مقالاً جغرافيا عليها.

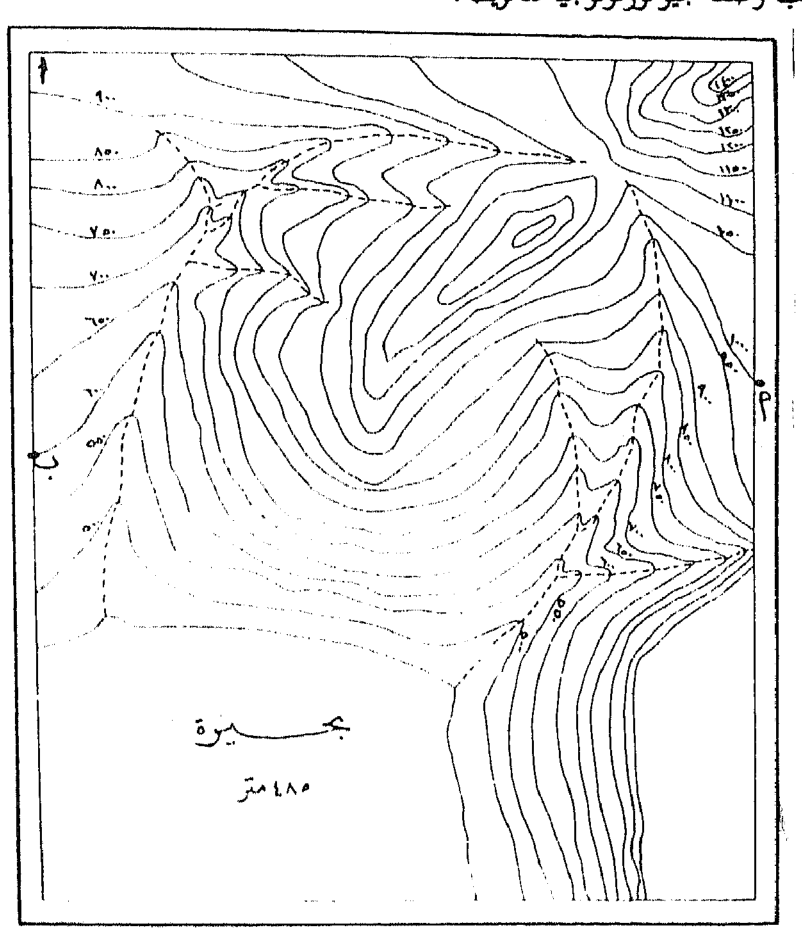
٢- حدد منطقة تقسيم المياه على الخريطة باللون الأحمر.

٣- لون البحيرة باللون الأزرق الفاتح.

٤- ظلل المناطق التى تعلو ٥٥٠ متر.

٥- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين أ، ب.

٦- أكتب وصفاً جيومورفولوجياً للخريطة.



تمرين رقم (١٩)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- أكمل ترقيم الخريطة الكنتورية.

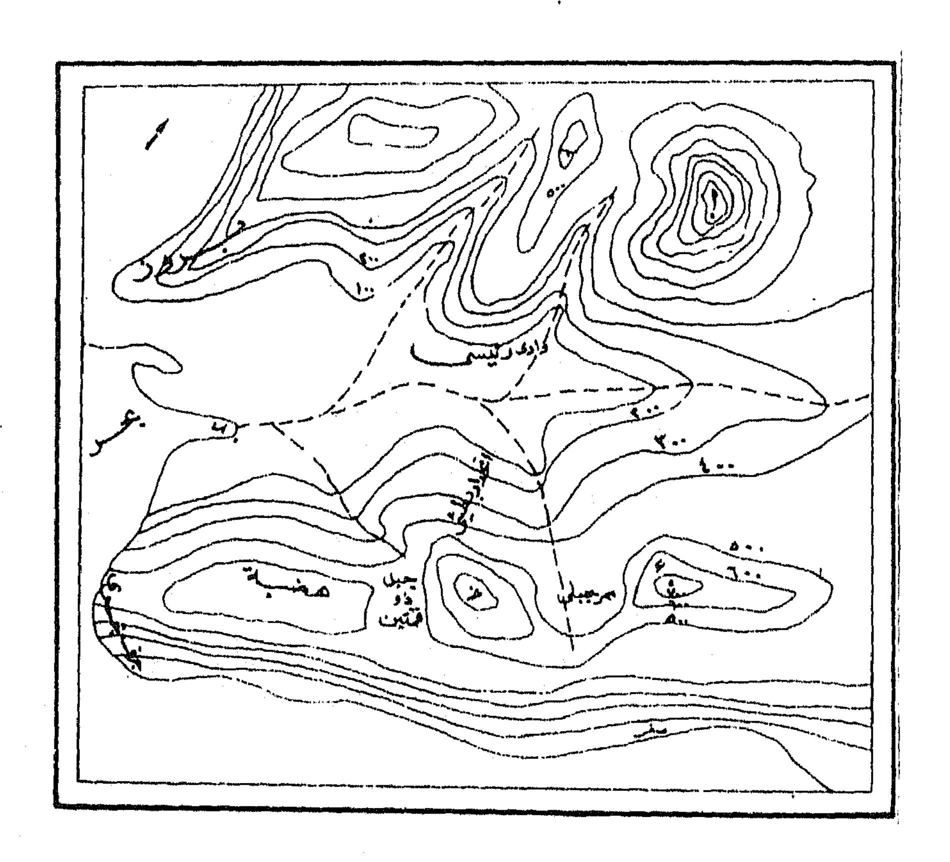
٢- اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة من خلال وضوح أهم معالمها التضاريسية.

٣- حدد أقصى اتساع للوادى ووضوح المجرى الرئيسى بلون يختلف عن الروافد.

٤- ظلل المناطق التى تعلو ٣٠٠ متر.

٥- لون منطقة الوادى الرئيسى باللون الأخضر.

٦- حدد المجارى المائية.



تمرين رقم (٢٠)

أجب عن الأسئلة التالية :-

١ - ارسم القطاعات التضاريسية التالية :-

أ، ص   س، ص

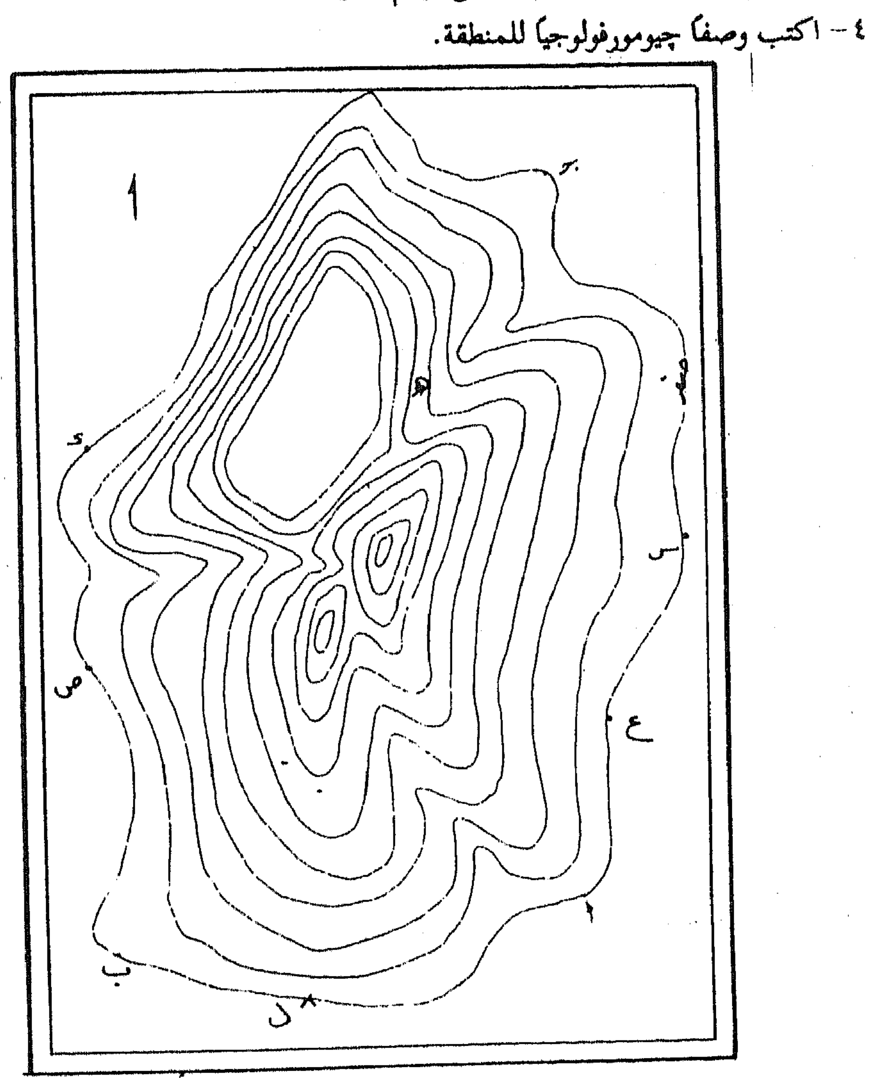
جـ، ء   ع، ص

أ، ء   س، ب

٢- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٣- الفاصل الكنتورى ١٠٠ متر فأكمل ترقيم الخريطة.

٤ - اكتب وصفاً چيومورفولوجيا للمنطقة.



تمرين رقم (٢١)

أجب عن الأسئلة التالية:-

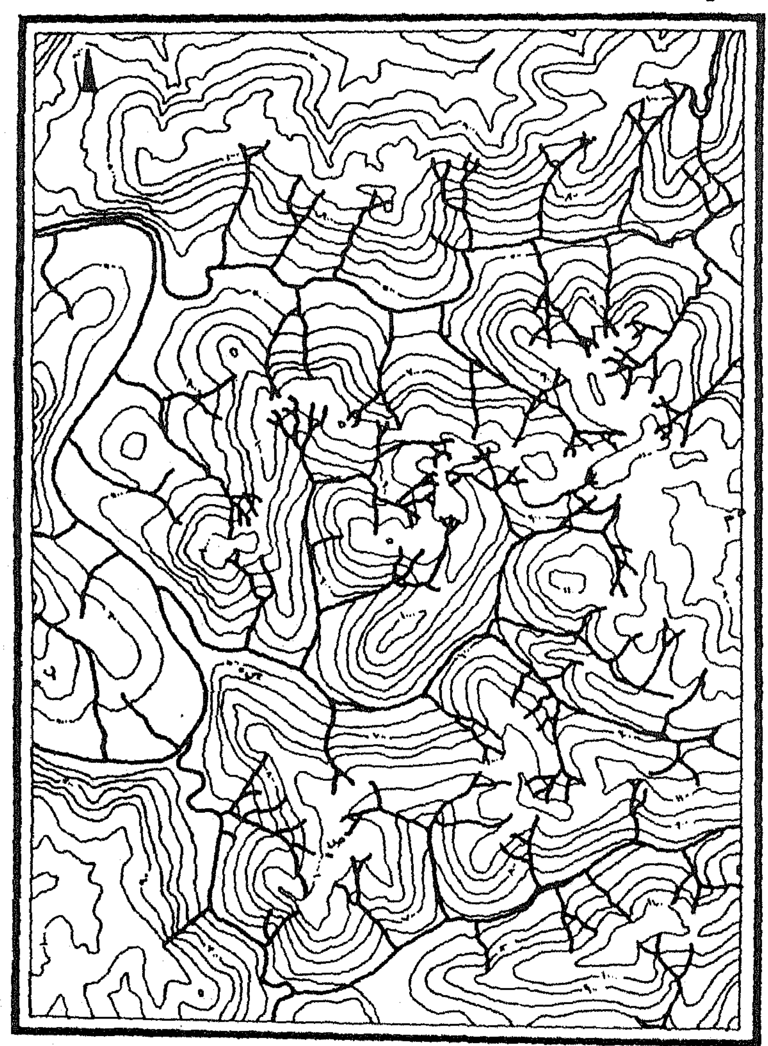
١- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين أ، ب.

٢- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطة س، ص.

٣- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٤- مطلوب تبسيط هذه الخريطة وإعادة رسمها بفاصل كنتورى ٢٠٠ متر بدلاً من ١٠٠ متر.

٥- مقياس رسم هذه الخريطة ١/ ١٠٠,٠٠٠ أوجد المسافة الحقيقية لهذه المنطقة التى توضحها الخريطة.

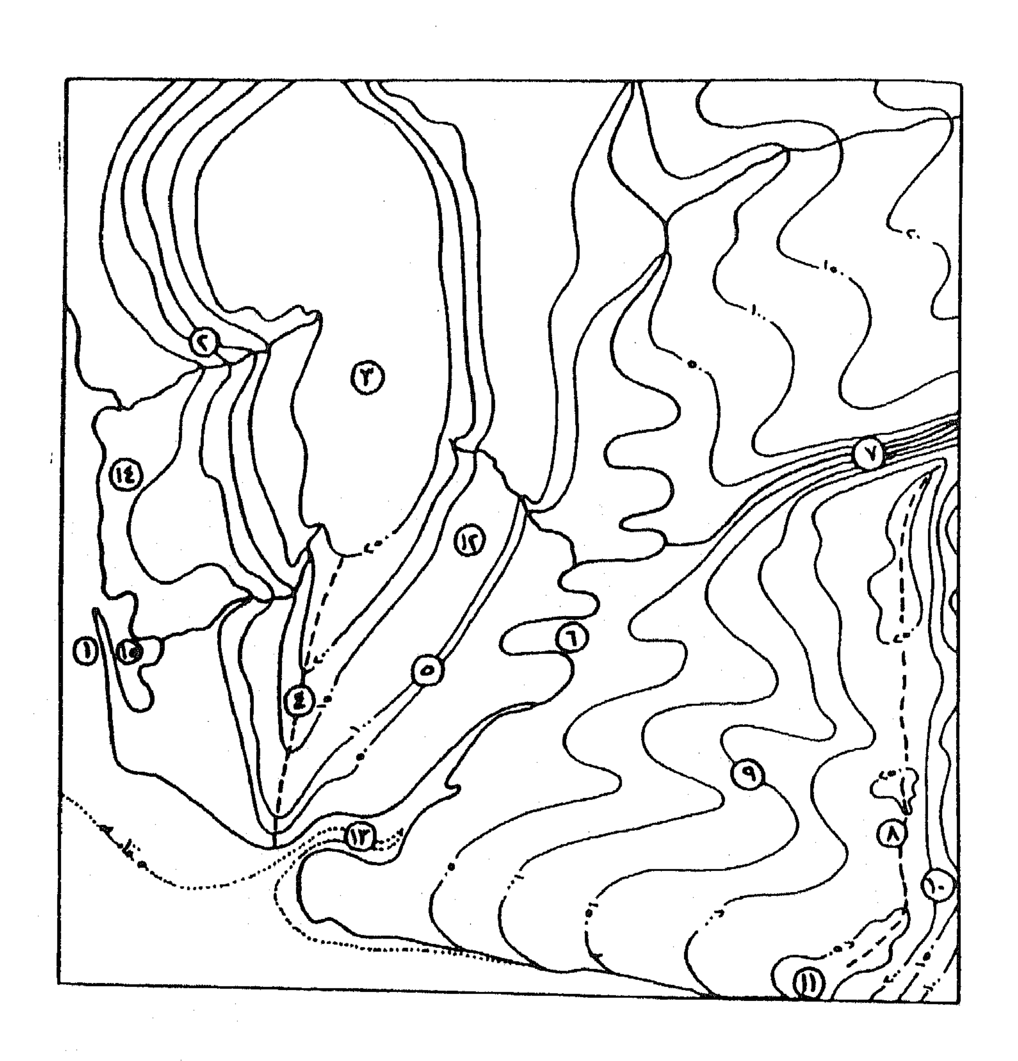


تمرين رقم (٢٢)

تبين الأرقام من ١ إلى ١٥ على الخريطة الظاهرات التالية، ولكنها ليست بترتيب الأرقام، والمطلوب تصحيح مسمى الظاهرة تبعاً لرقمها على الخريطة.

١- سهل فيضى متسع	Broad, Flat - bottomed valley
٢- أنف أو محور كويستا	Nose or crest of escarpment
٣- مصب خليجى	Estuary
٤- لسان بحرى	Sand spit
٥- هضبة	Plateau
٦- وادى نهرى ضيق عميق	Deep, narrow, steep- sided, V-shaped valley
٧- واجهة مصطبة.	Bluff
٨- منحد الميل أو ظهر الكويستا	Dip- slop or back of an escarpment
٩- لاجون (بحيرة ساحلية)	Lagoon
١٠- مصطبة	Terrace
١١- بروز هضبى	Steep- sided, Plateau spur
١٢- سهل ساحلى	Coastal Plain
١٣- مجرى نهرى سريع الجريان فى قطاعه الأوسط	River Flows Fastest in its middle course
١٤- واجهة الكويستا	Escarpment slope "Face"
١٥- جرف بحرى رأسى	Vertical marine cliff

نقلاً عن: أحمد مصطفى، الخرائط الكنتورية.



٢
٣
١٤
١٥
١
٤
٥
١٢
٦
٧
٩
٨
١٠
١١
١٣

تمرين رقم (٢٣)

أجب عن الأسئلة التالية :-

١ – أكتب وصفاً چيمومورفولوجياً للمنطقة.

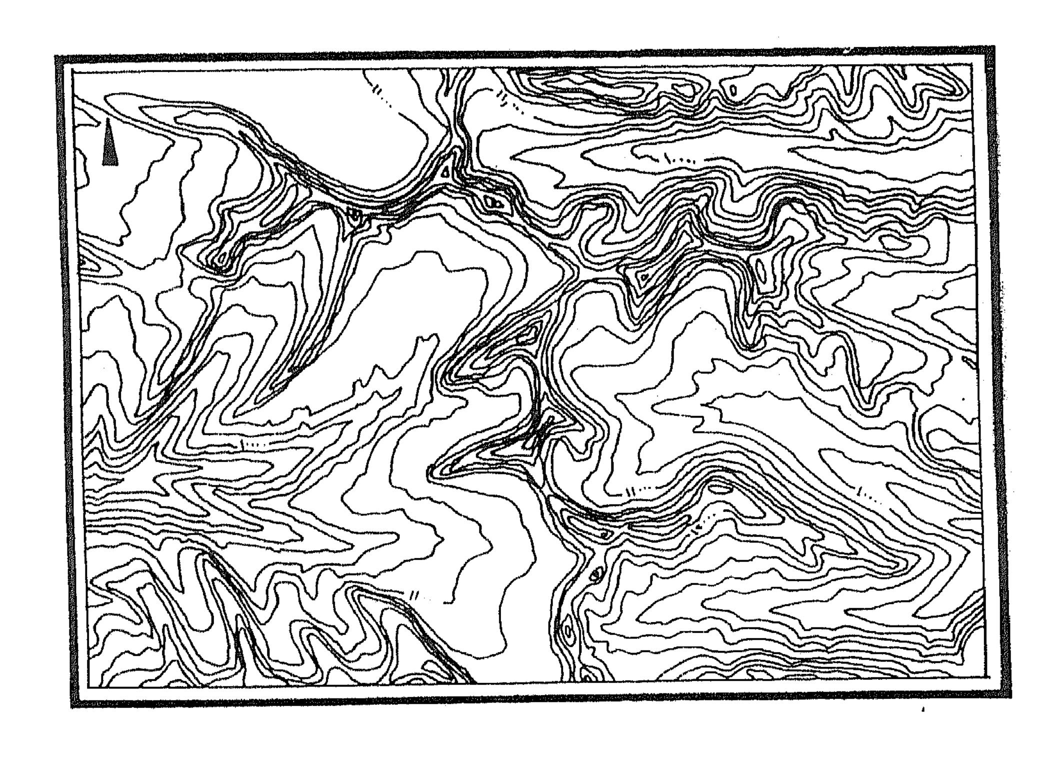
٢ – حدد المجارى المائية باللون الأزرق.

٣ – ظلل المناطق المحصورة بيم ١٠٠٠٠ – ١٢٠٠٠ قدم.

٤ – قارن بين المظهر التضاريسى فى شرق الخريطة وغربها.

٥ – احسب مساحة المنطقة الممثلة على الخريطة بالكيلومتر المربع.

٦ – وضح على الخريطة الظواهر التالية :- خانق نهرى ، وادى جاف، حافة، كويستا، سرج.



تمرين رقم (٢٤)

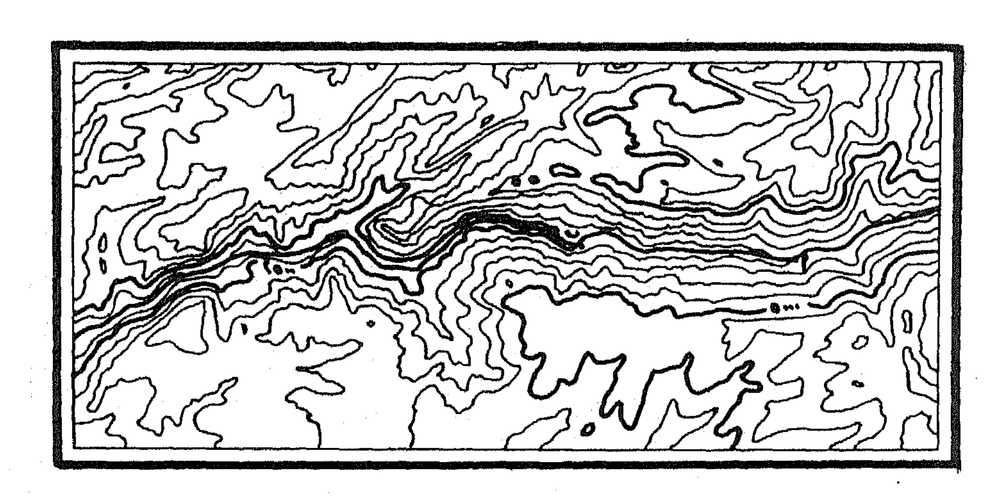
أجب عن الأسئلة التالية:-

١- حدد المرحلة الچيمومورفولوجية التى يمر بها النهر الواضح بالخريطة.

٢- اكتب وصفاً چيمومورفولوجياً للمنطقة.

٣- حدد أدنى منسوب وأعلى منسوب فى الوادى الموضح بالخريطة.

٤- لون الوادى الموضح على الخريطة باللون الأخضر.



تمرين رقم (٢٥)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

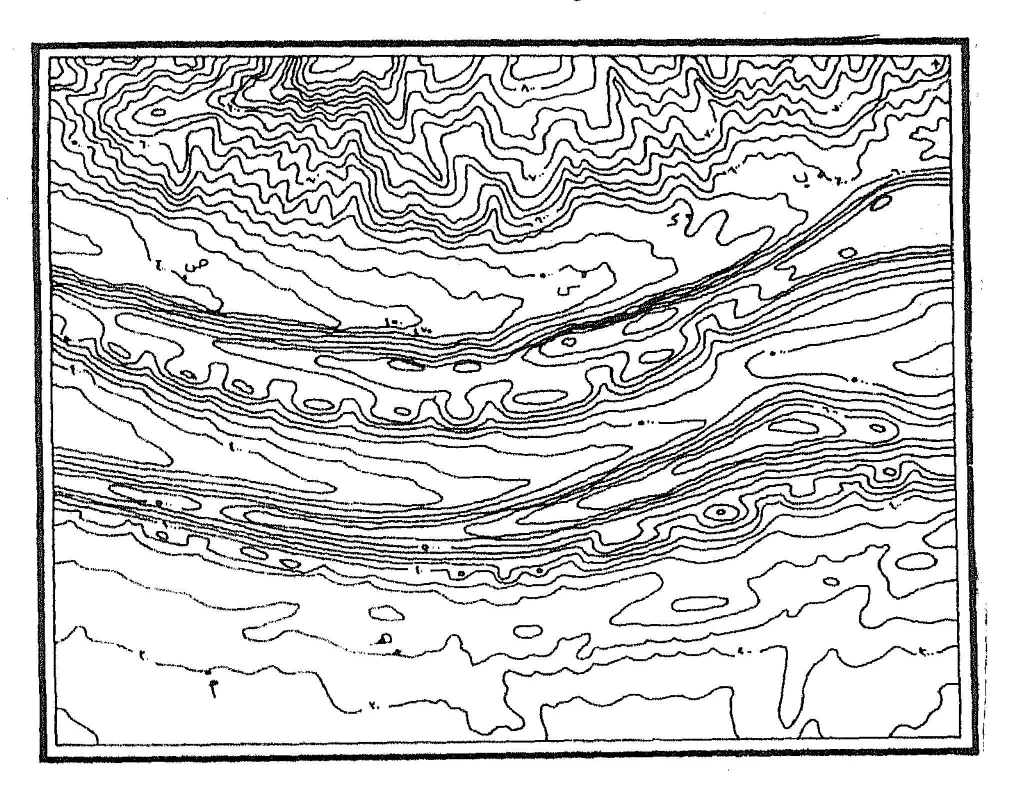
٢- ارسم قطاعاً تضاريسياً بسيطاً بين النقطتين أ، ب واحسب قيمة المبالغة الرأسية.

٣- ظلل المناطق التى تعلو ٥٠٠ متر.

٤- اكتب وصفاً چيمومورفولوجيا للمنطقة.

٥- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين س، ص.

٦- هل يمكن رؤية النقطة د من هـ.



تمرين رقم (٢٦)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- اكتب وصفا جيومورفولوجيا للمنطقة.

٢- حدد المجارى المائية باللون الأزرق على الخريطة.

٣- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين أ، ب واحسب قيمة المبالغة الرأسية.

٤- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين س، ص.

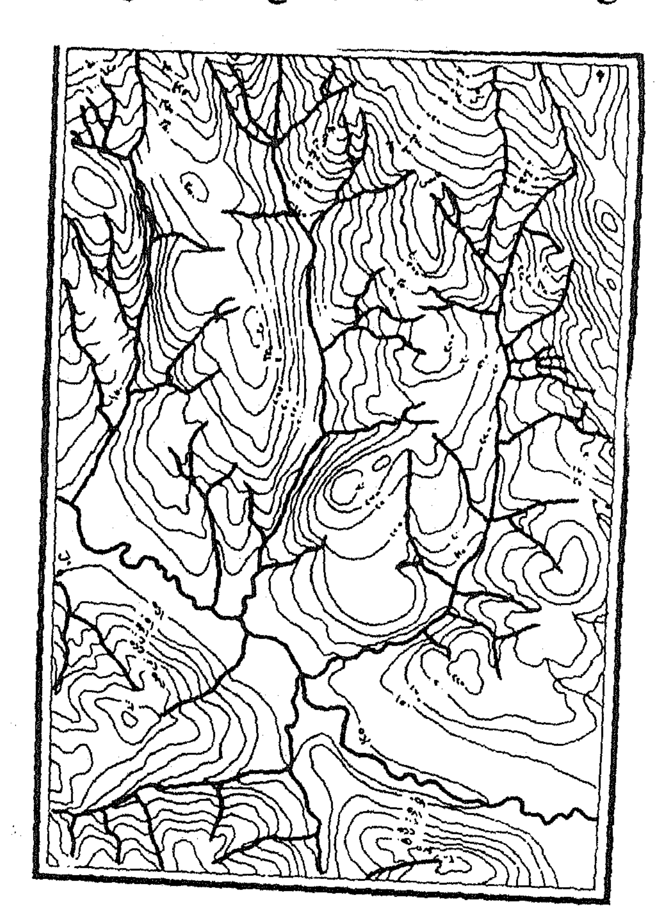
٥- ظلل الخريطة لتوضح معالمها الجيومورفولوجية.

٦- اختر أحد المجارى المائية وقمم بقياسه على الخريطة وتحديد طوله بالطبيعة.

٧- قارن بين المجارى المائية فى شمال الخريطة وجنوبها.

٨- ما هو نوع التصريف النهرى فى المنطقة المبينة على الخريطة.

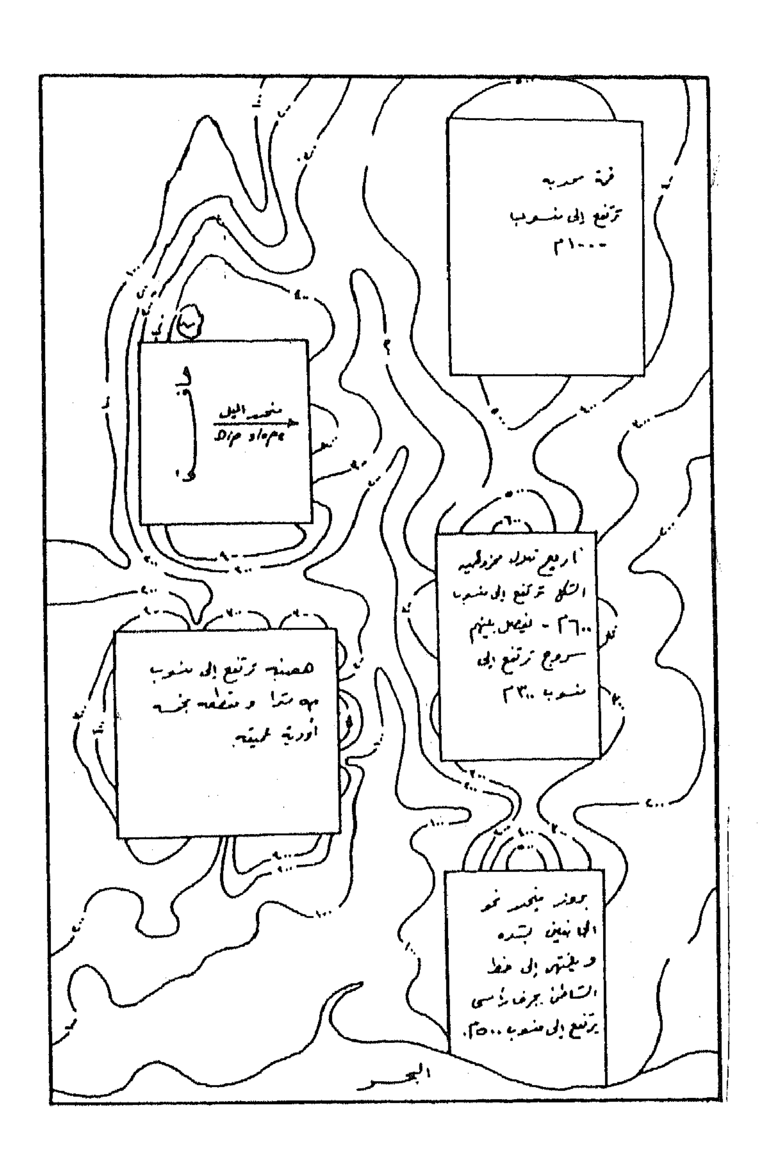
٩- اقترح تخطيط طريق بين نقطتين يصلح للسيارات على الخريطة.



تمرين رقم (٢٧)

أجب عن السؤال التالى:-

- أكمل خطوط الكنتور بنفس الفاصل الكنتورى لتوضح الظاهرات الجيومورفولوجية الموضحة داخل المستطيلات.



تمرين رقم (٢٨)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١ - احسب قيمة مقياس الرسم إذا علمت أن المسافة بين ب، ء على الطبيعة هى كيلو مترين.

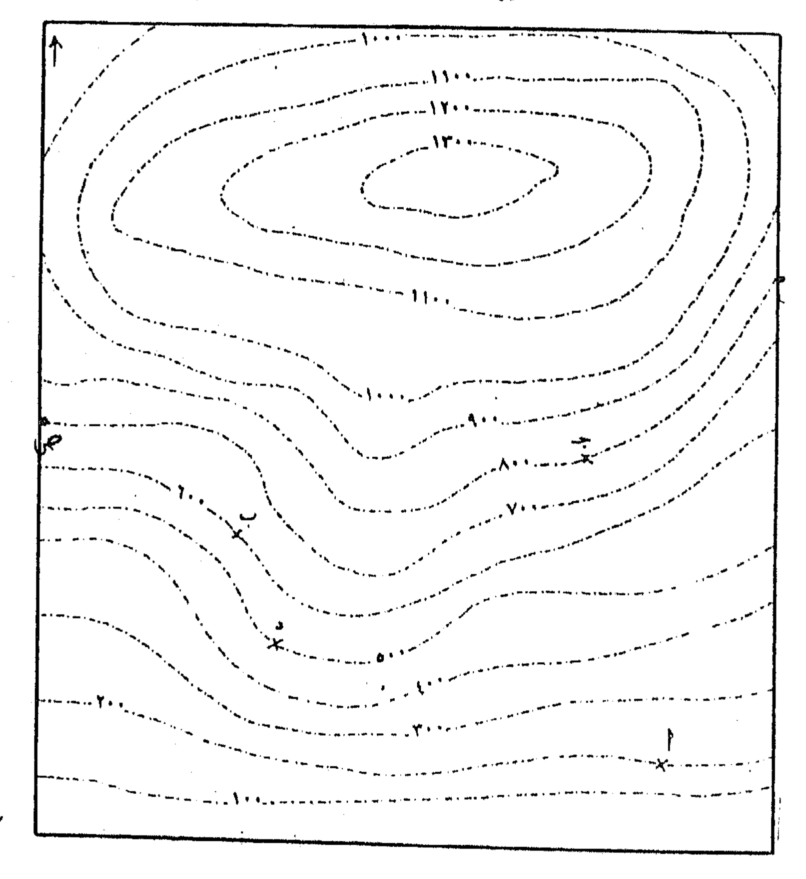
٢ - أكتب وصفاً چيمومورفولوجياً للمنطقة من خلال رسم القطاعات التضاريسية اللازمة لإتمام الوصف.

٣- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين س، ص.

٤- هل يمكن رؤية النقطة أ من ص.

٥- ظلل المناطق التى يقل منسوبها عن ٥٠٠ متر.

٦- صف خط كنتور ١٠٥٠ كخط كنتور متميز.



تمرين رقم (٢٩)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٢- وضح خط كنتور ٥٠٠ كخط كنتور متميز وخط كنتور ٣٠٠ كخط كنتور رئيسى.

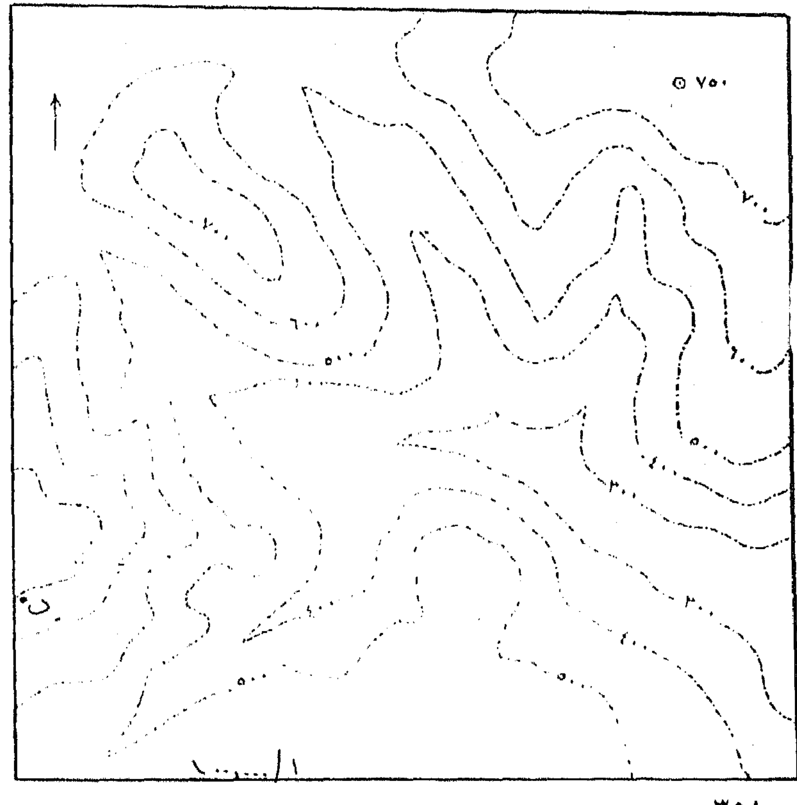
٣- مطلوب تبسيط خطوط الكنتور كتوضيح لما كانت عليه المنطقة قديماً.

٤- ظلل المناطق التى تعلو ٤٠٠ متر.

٥- باستخدام مقياس الرسم حدد اتساع الأودية.

٦- اختر أحد الأنهار وقم بتصميم قطاع طولى له.

٧- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين أ، ب.



تمرين رقم (٣٠)

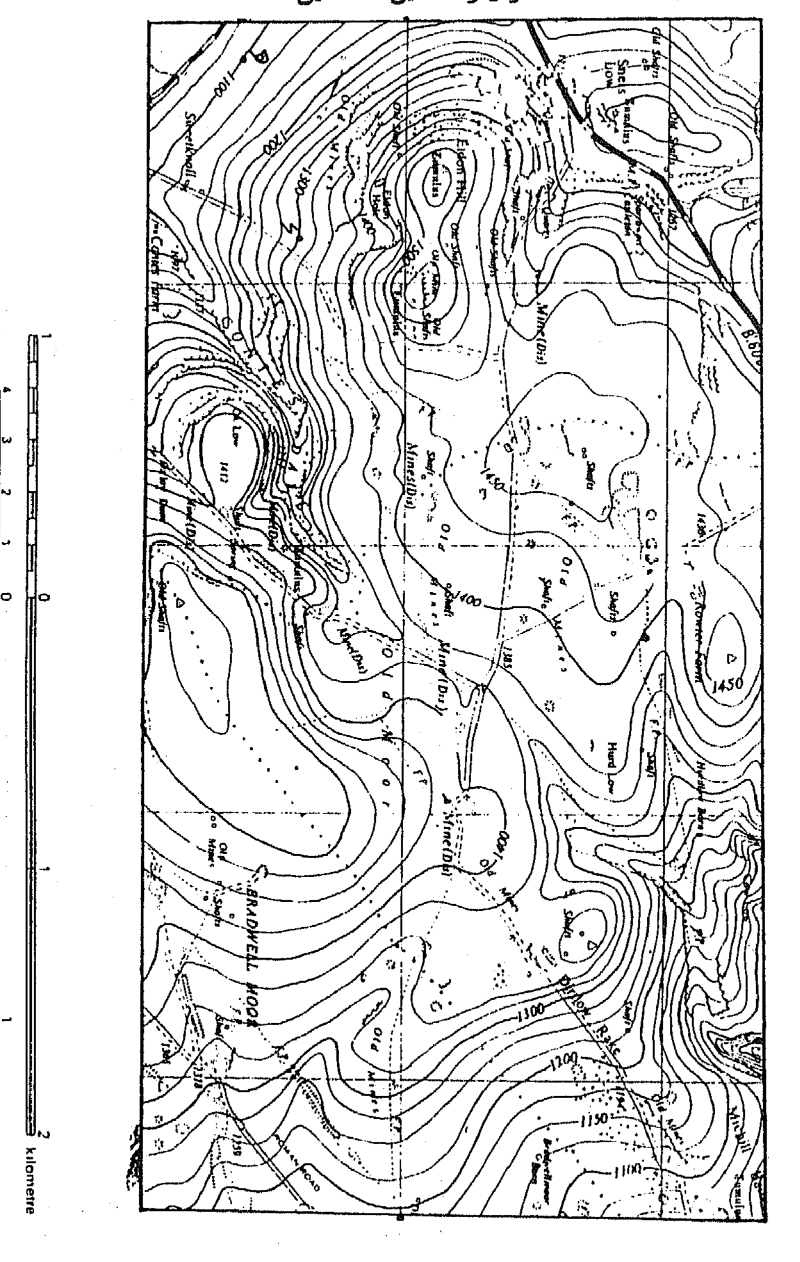
أجب عن الأسئلة التالية:—

١ – اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة.

٢ – حدد المجارى المائية على الخريطة.

٣ – ارسم قطاعاً تضاريسيا بين النقطتين أ، ب.

٤ – احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين هـ، ء.



تمرين رقم (٣١)

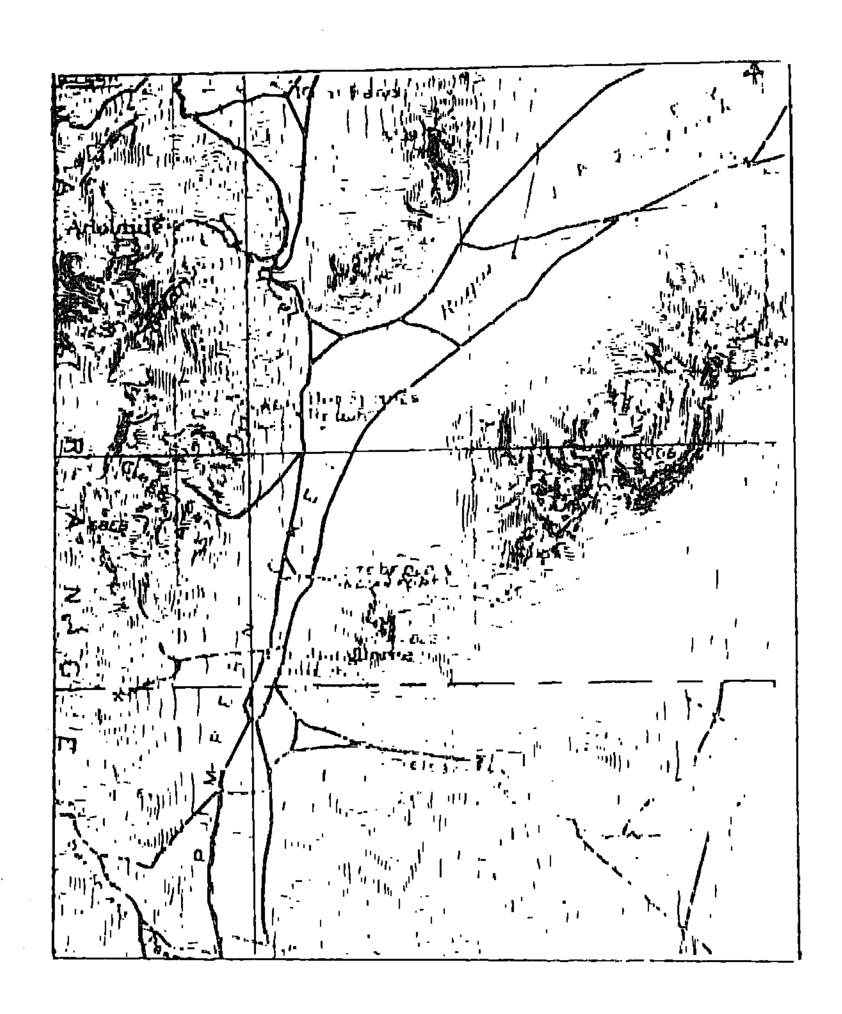
أجب عن الأسئلة التالية:-

١- ما هى مساحة المنطقة فى الطبيعة.

٢- اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة.

٣- قارن بين الظاهرات الجيومورفولوجية فى شمال غرب الخريطة والأخرى الموجودة فى جنوبها الشرقى.

٤- حدد المجارى المائية على الخريطة.



تمرين رقم (٣٢)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة.

٢- قارن بين المظهر التضاريسى فى شرق الخريطة وغربها.

٣- احسب مساحة المنطقة.

٤- قم بشف الخريطة الكنتورية بخطوط الكنتور الرئيسية فقط.

٥- احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين ء، هـ.

٦- لون الجوانب الهينة الانحدار للكويستا الموضحة على الخريطة باللون الأصفر.


DOLORES
FLAT TOP
4800
4700
5000
5100
5700
5300
5800

تمرين رقم (٣٣)

أجب عن الأسئلة التالية:–

١– من خلال قراءة المقياس الخطى استخرج قيمة مقياس الرسم، ثم صمم مقياساً خطياً مقارناً.

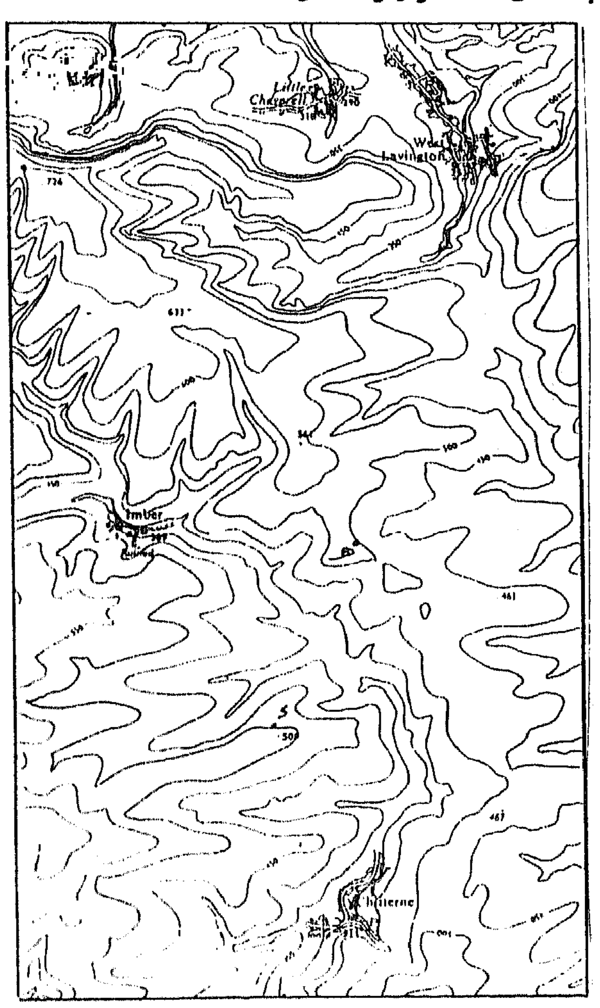
٢– ما هى مساحة المنطقة فى الطبيعة.

٣– حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٤– اكتبى وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة.

٥– ارسم قطاعاً تضاريسياً على طول الخط أ، ب.

٦– احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين ء، هـ.



تمرين رقم (٣٤)

أجب عن الأسئلة التالية:—

١– ما هى مساحة المنطقة.

٢– صمم مقياساً خطياً مقارناً للخريطة.

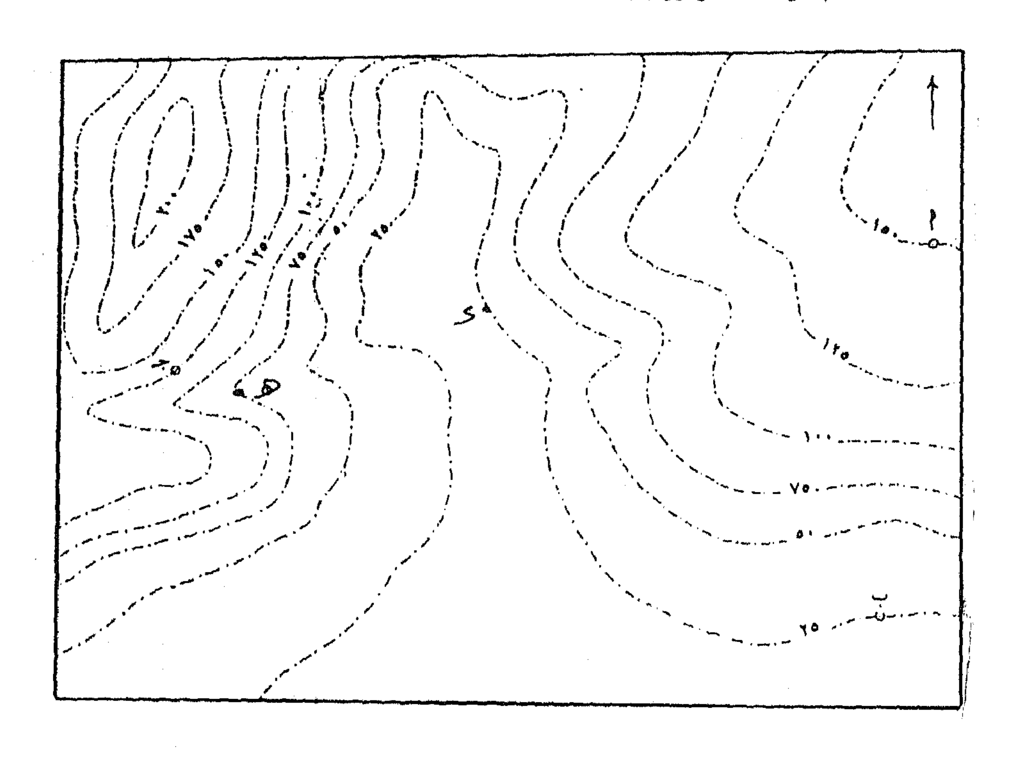
٣– حدد المجارى المائية على الخريطة باللون الأزرق.

٤– وقع خطى كنتور ٥٠، ١٢٥ كخطين متميزين.

٥– ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين أ، جـ.

٦– احسب معدل الانحدار ودرجته بين النقطتين ء، هـ.

٧– اكتب وصفاً جيومورفولوجياً للمنطقة.



تمرين رقم (٣٥)

أجب عن الأسئلة التالية:-

١- صمم مقياساً خطياً للخريطة.

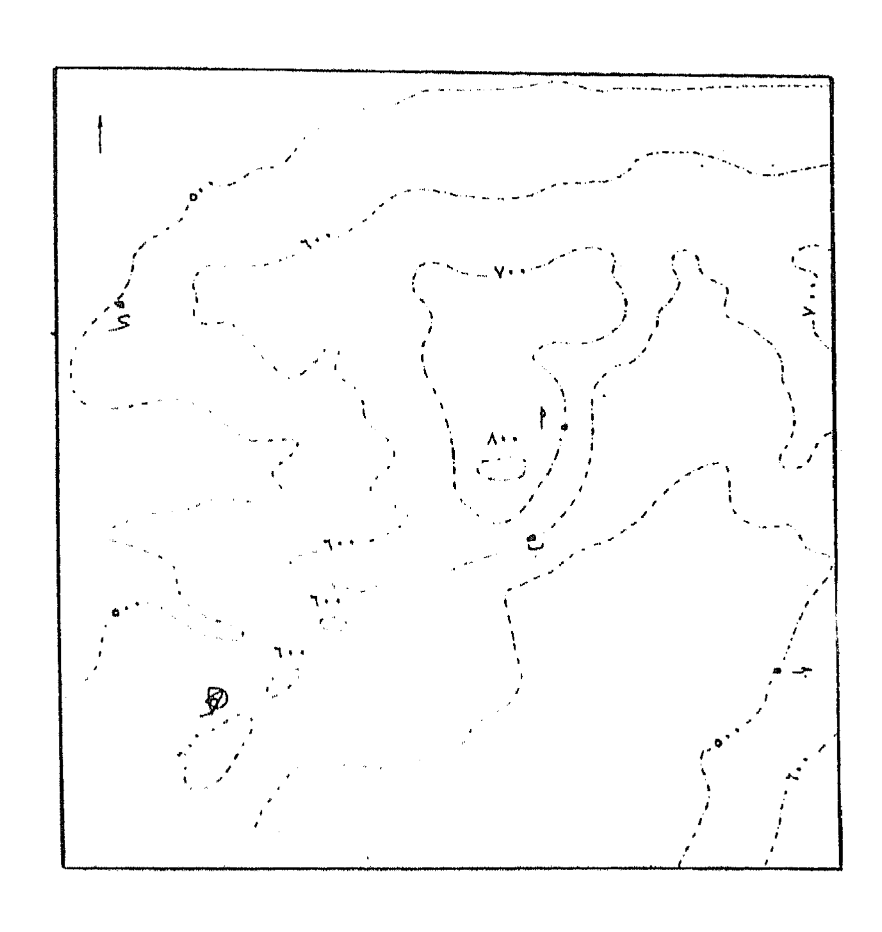
٢- أصف خط كنتور ٧٥٠ كخط كنتور رئيسى .

٣- ارسم قطاعاً تضاريسياً بين النقطتين جـ، ء.

٤- احسب قيمة المبالغة الرأسية على طول خط القطاع السابق.

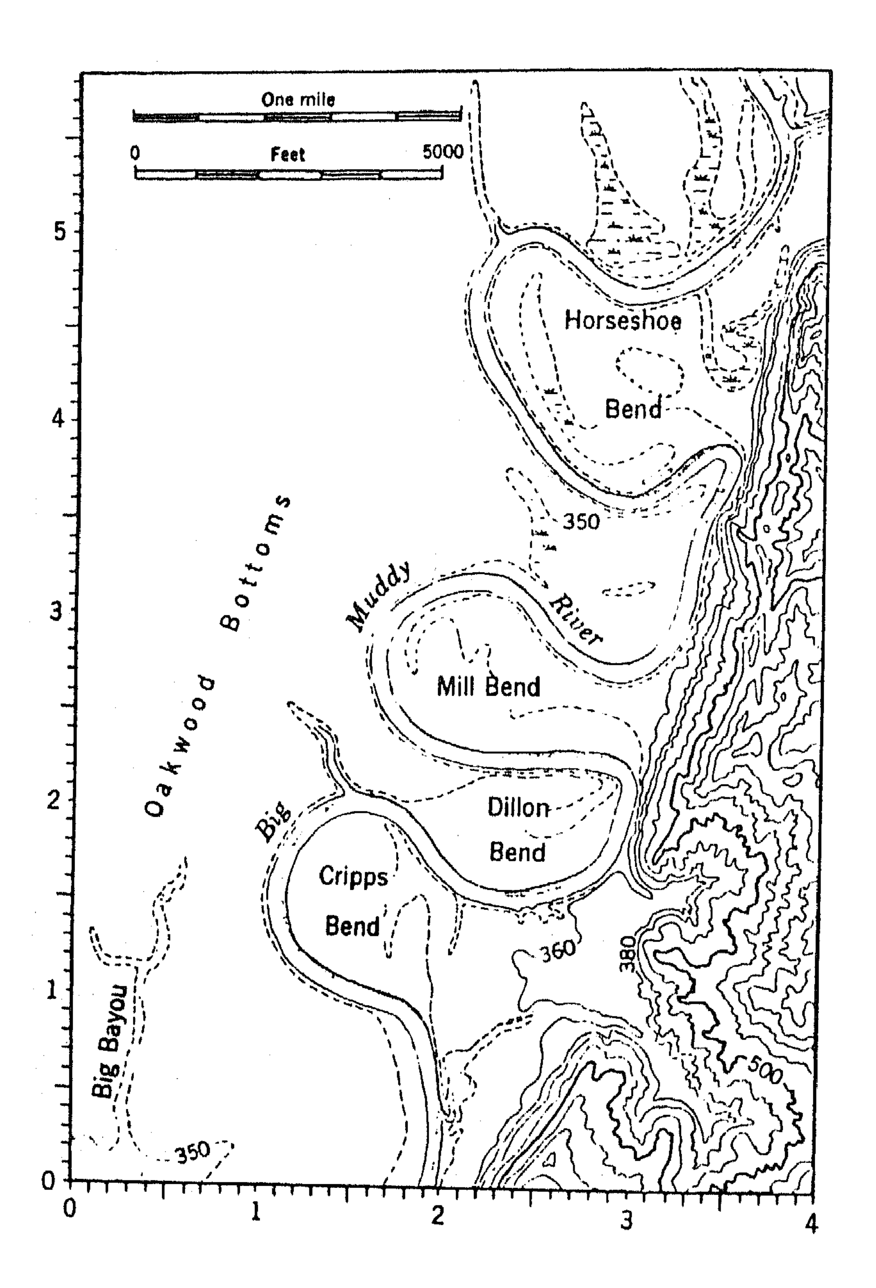
٥- تكلم عن المظاهر الطبيعية الموجودة بالخريطة.

٦- إحسب معدل الانحدار وزاويته بين النقطتين أ، هـ.

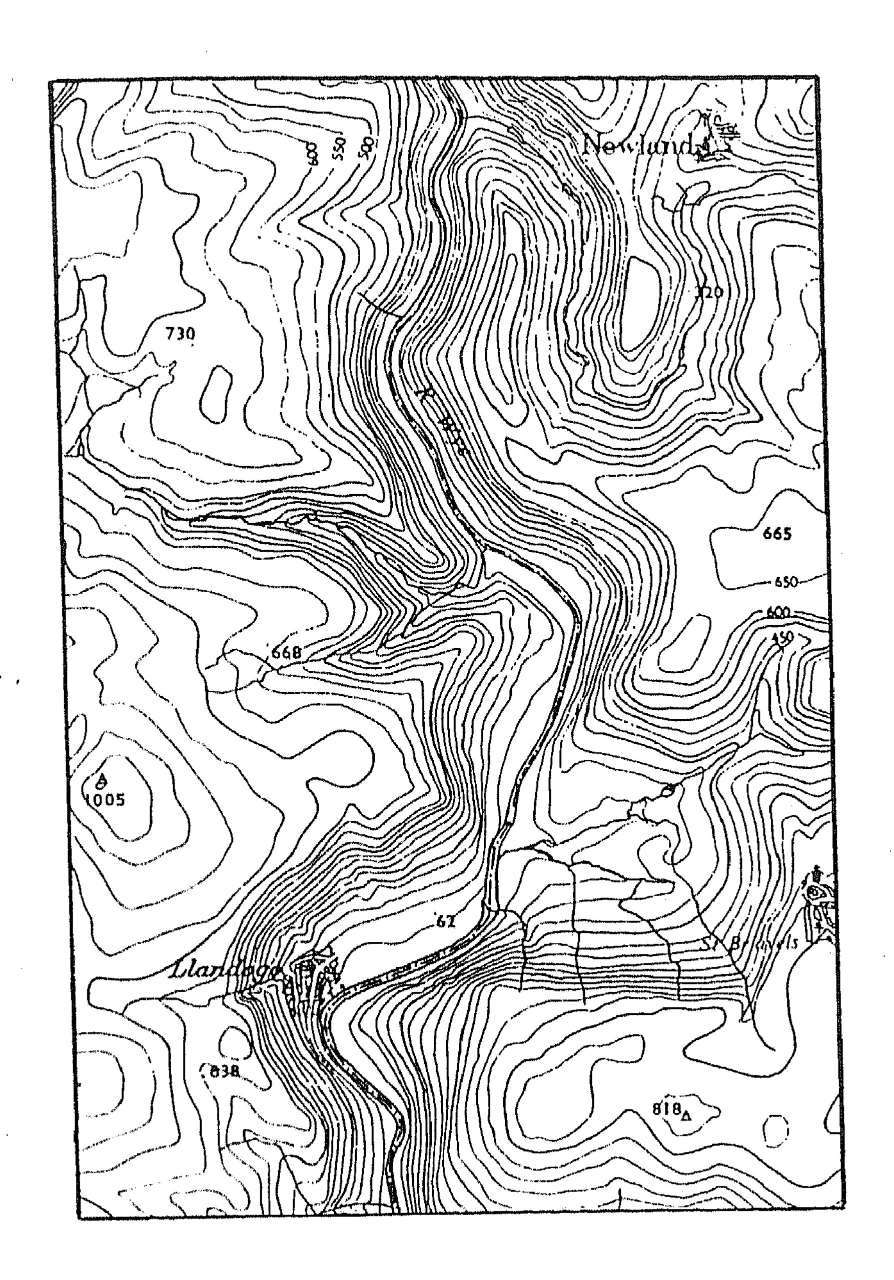


نماذج من الخرائط الكنتورية

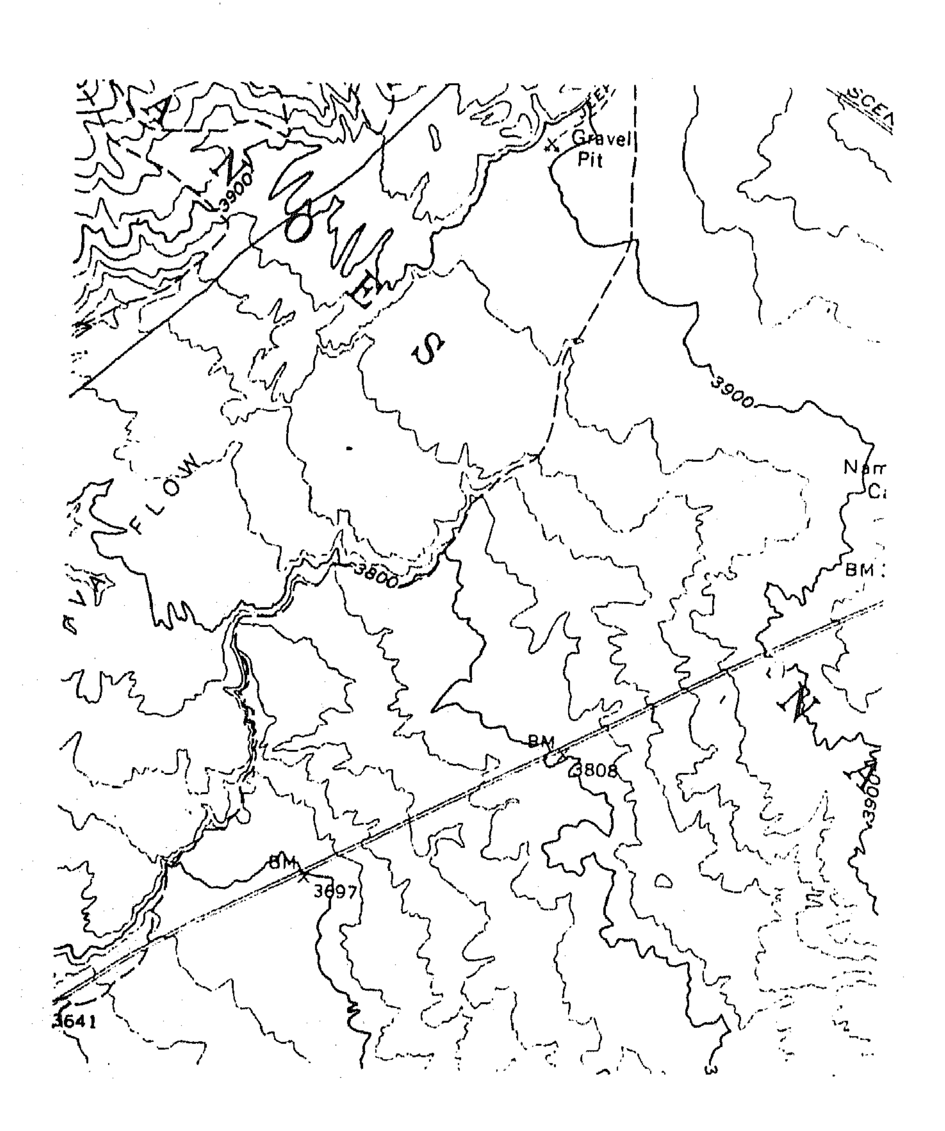
بدون أسئلة



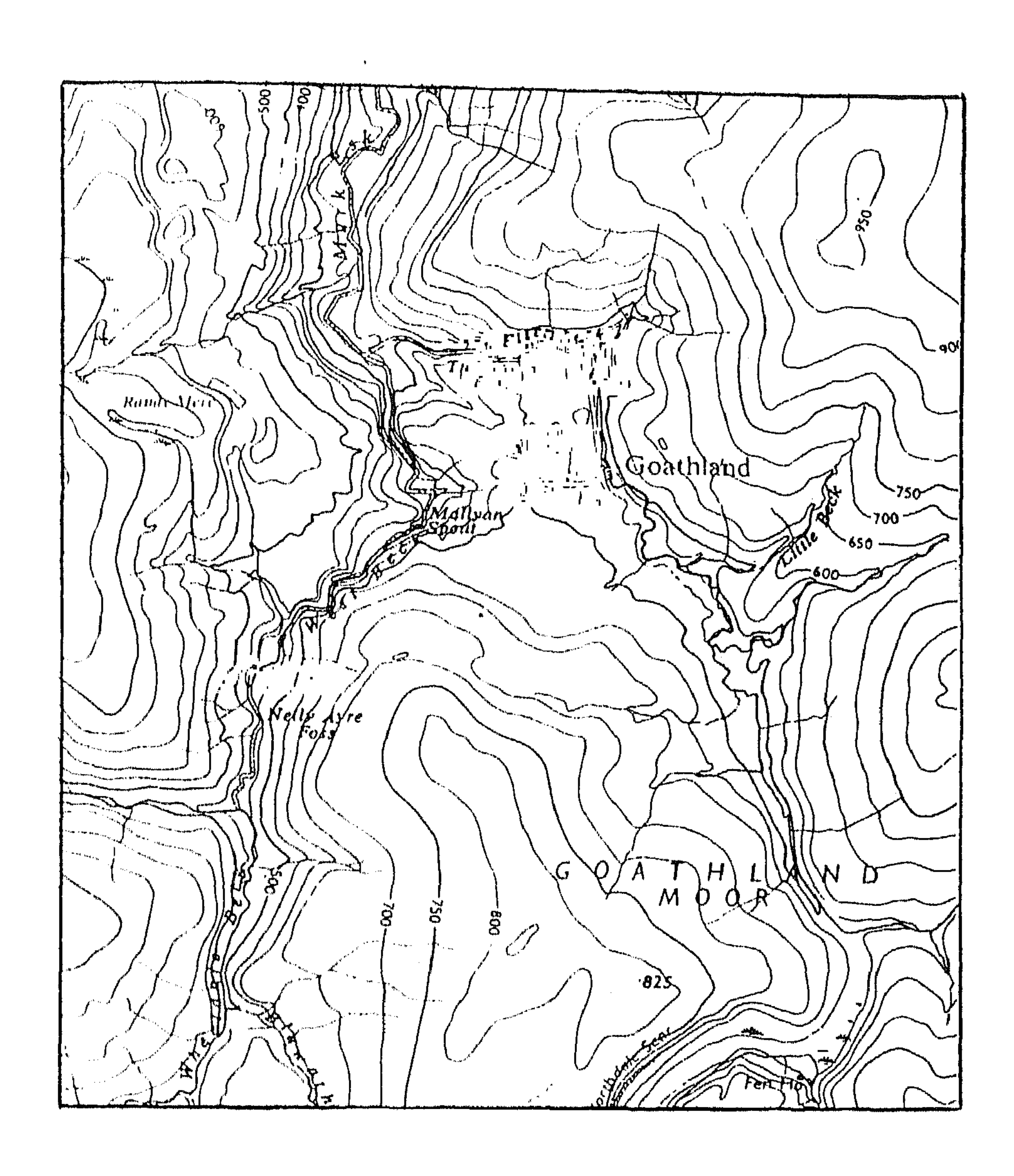
One mile
0
Feet
5000
Horseshoe
Bend
350
Oakwood Bottoms
Muddy
River
Mill Bend
Dillon
Bend
Big
Cripps
Bend
360
380
500
Big Bayou
350

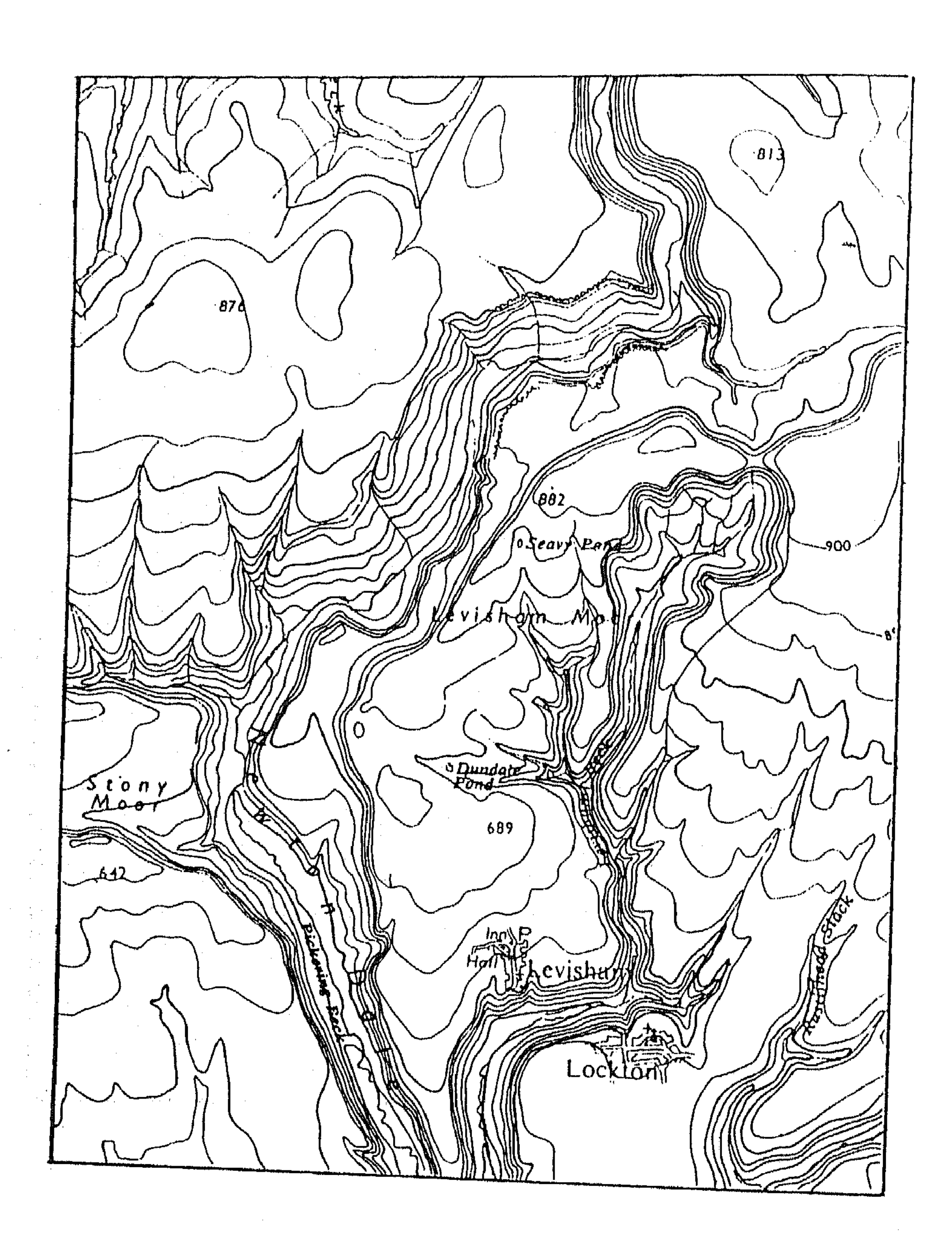


Newland
600
550
500
730
720
665
650
600
450
668
1005
62
Llandogo
838
818

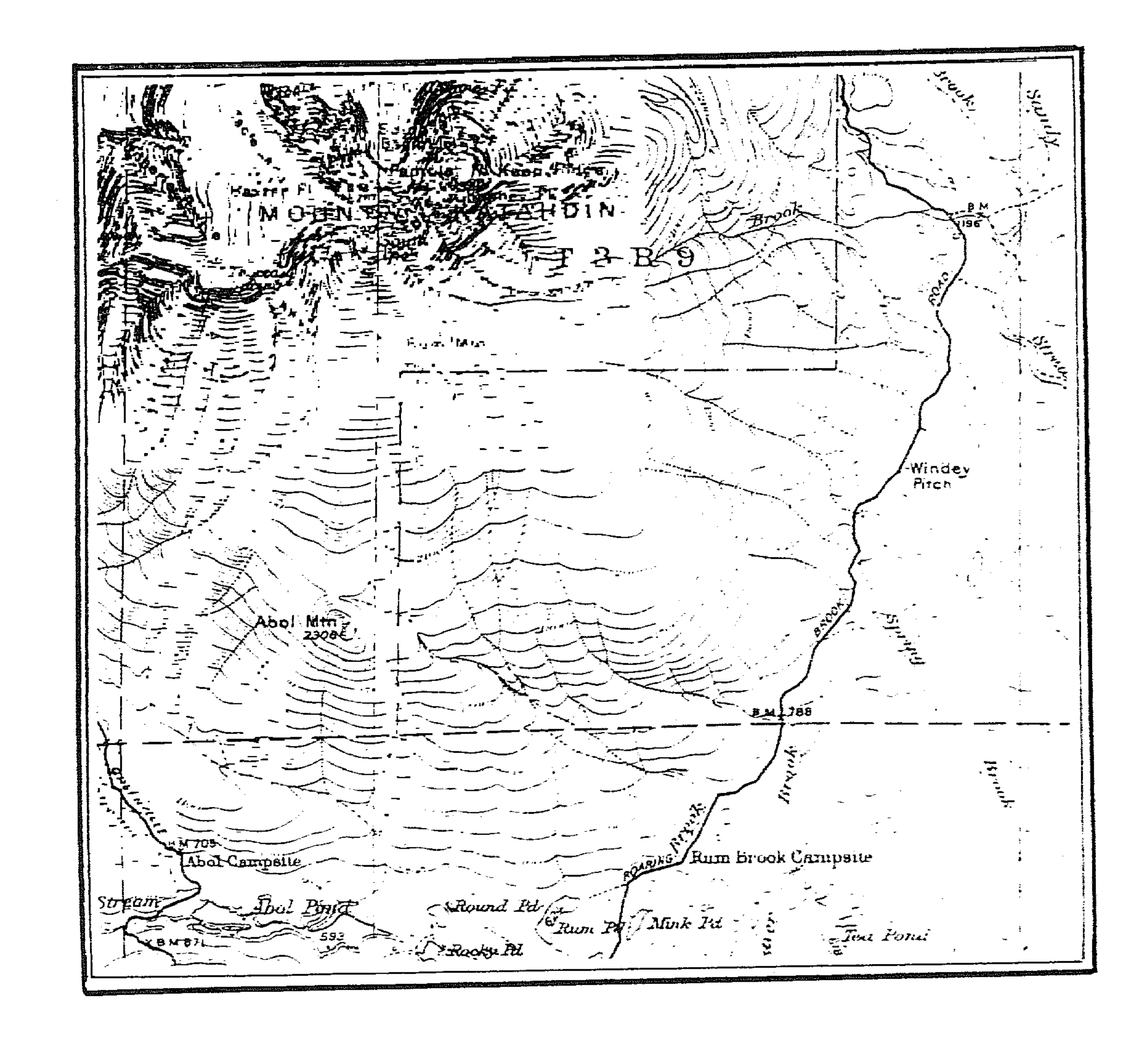


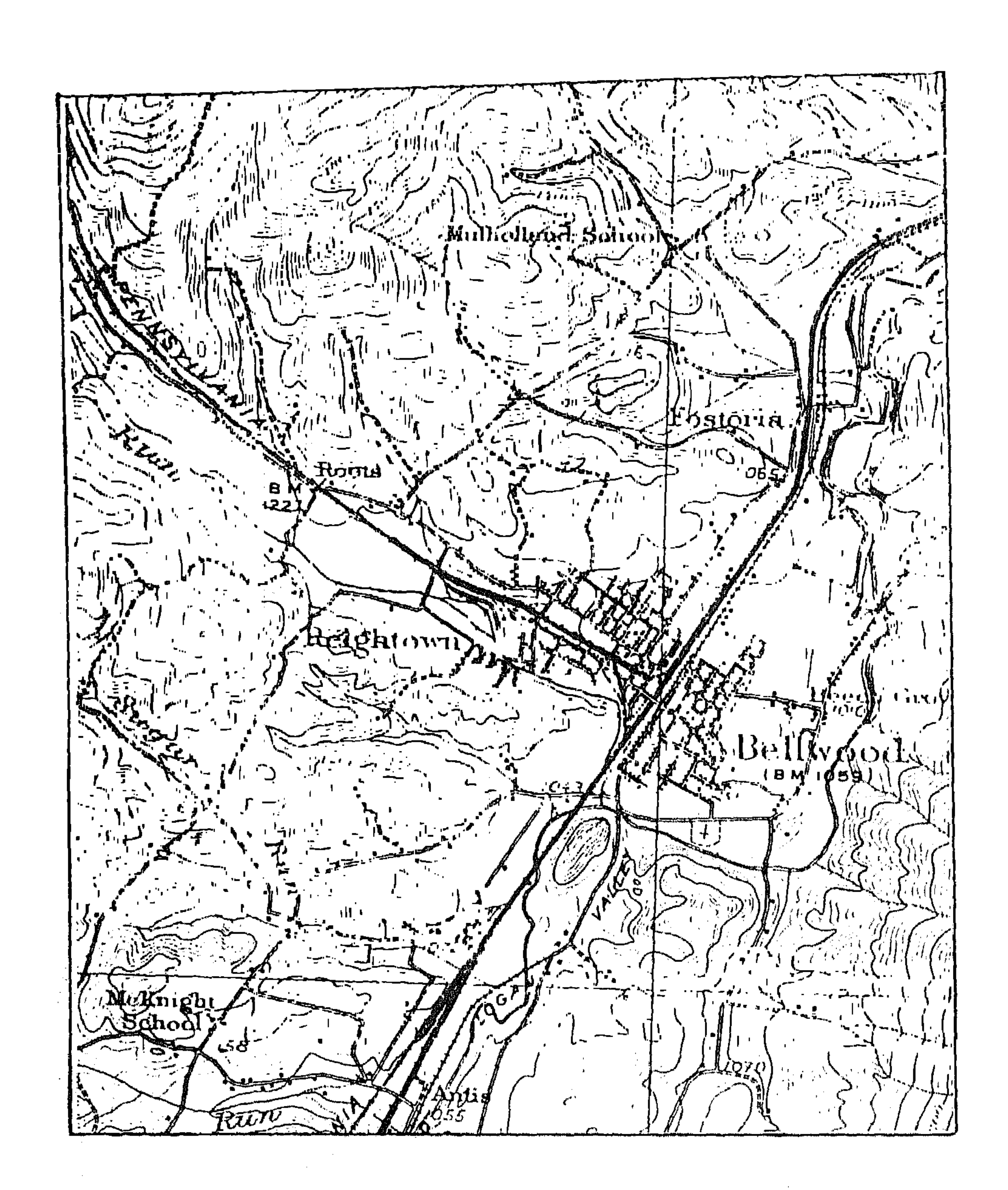
Gravel
Pit
3900
3800
FLOW
BM
3808
BM
3697
3641
3900


500
400
950
900
Goathland
Mallyan Spout
Little Beck
750
700
650
600
Nelly Ayre Foss
G O A T H L A N D
M O O R
500
700
750
800
825

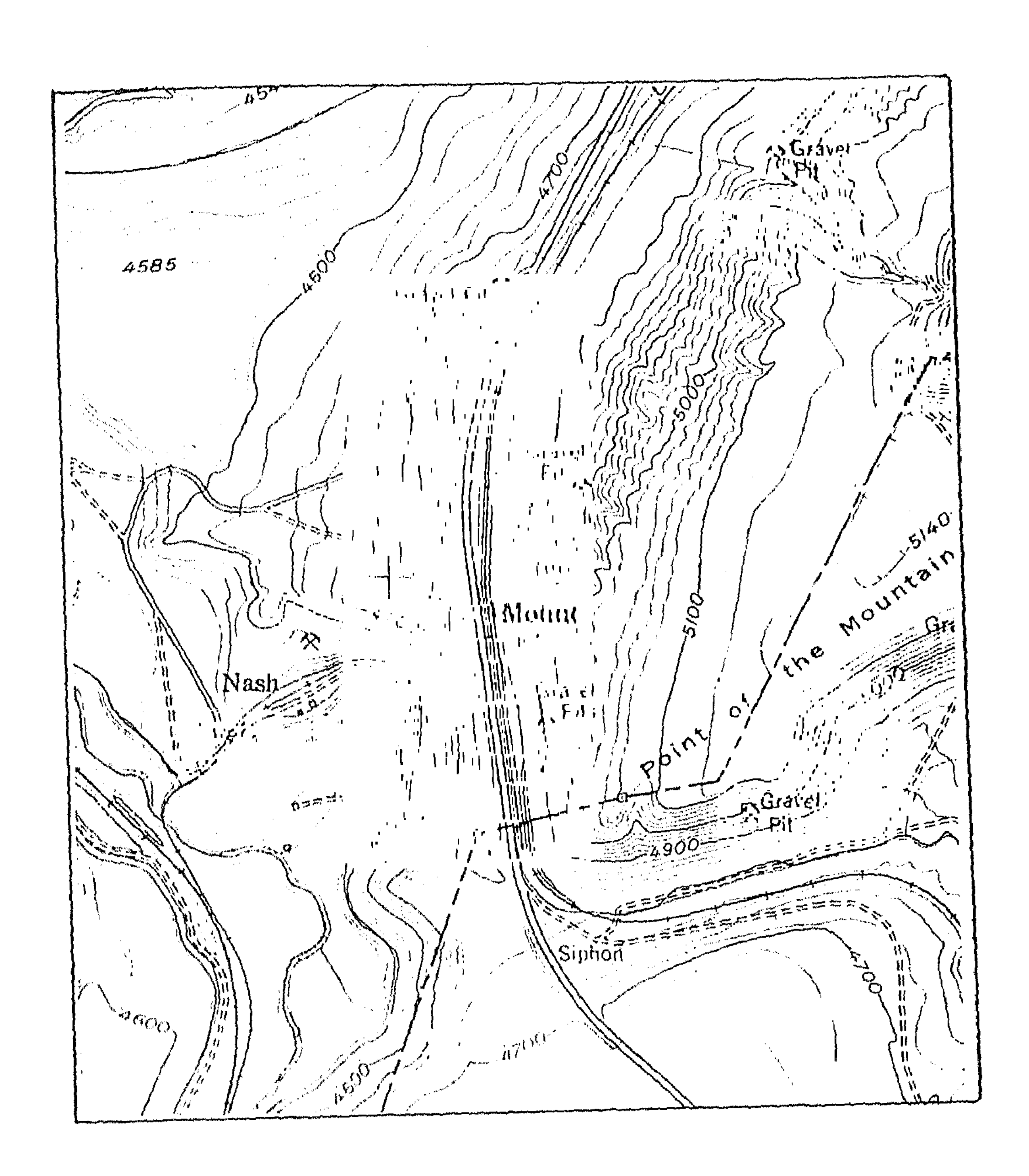


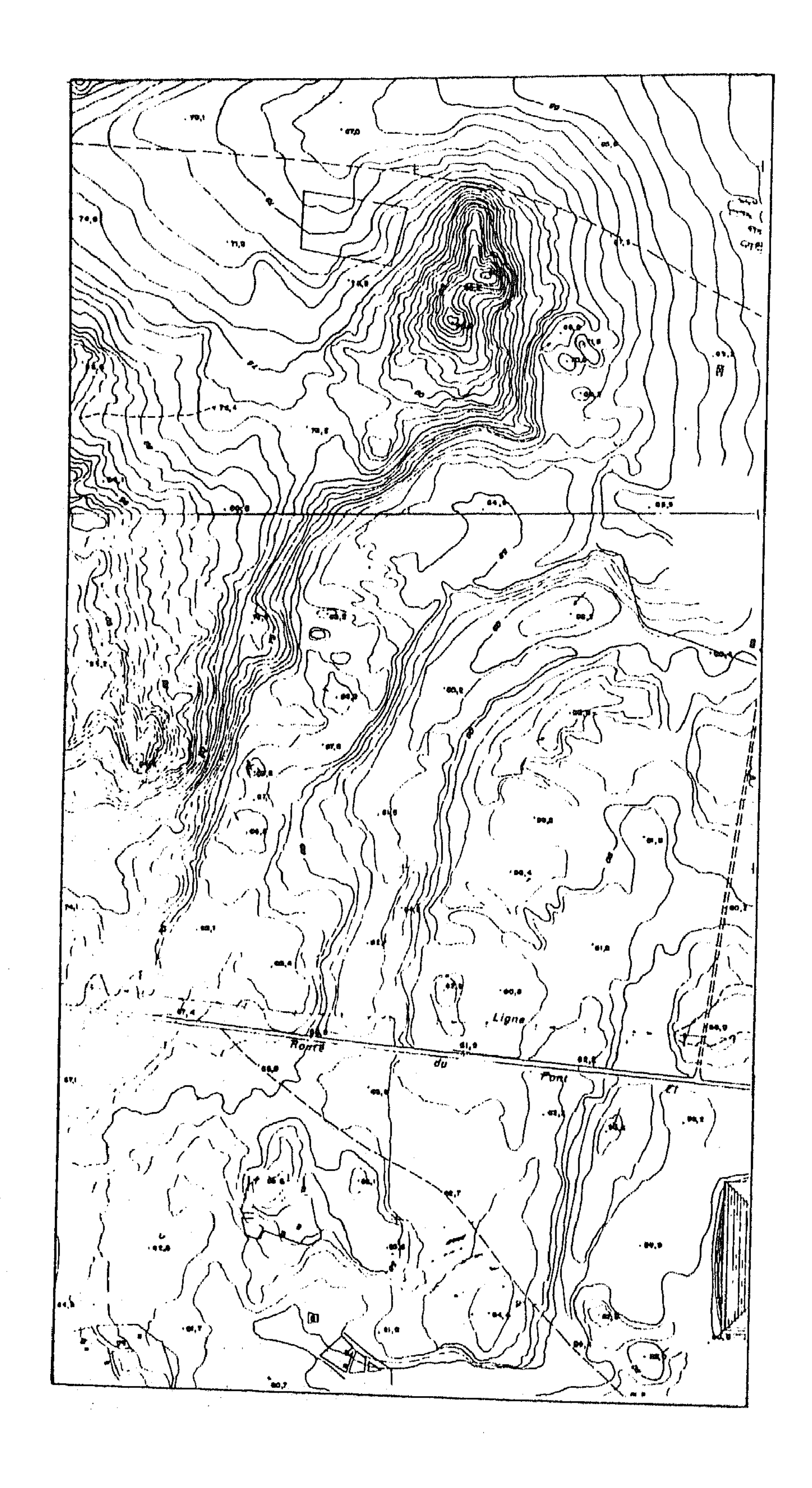
813
876
882
Seavy Pond
900
Levisham Moor
Stony Moor
Dundale Pond
689
642
Pickering Beck
Inn
P
Hall
Levisham
Lockton
Stack


T 3 R 9
Brook
B M 196
Road
Windey Pitch
Abol Mtn 2308
Brook
B M 788
Brook
B M 705
Abol Campsite
Roaring Brook
Rum Brook Campsite
Stream
Abol Pond
Round Pd
Rum Pd
Mink Pd
593
Rocky Pd

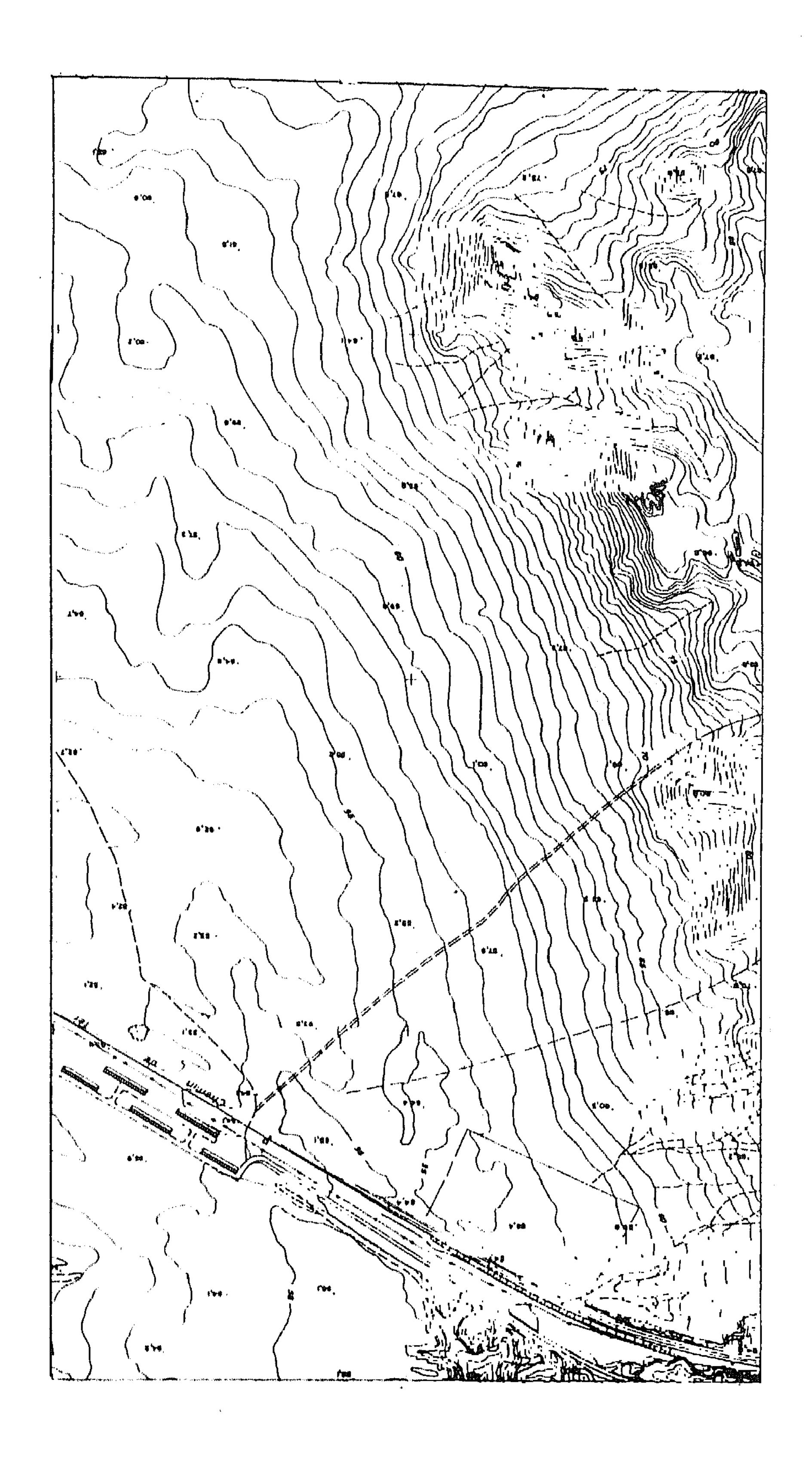


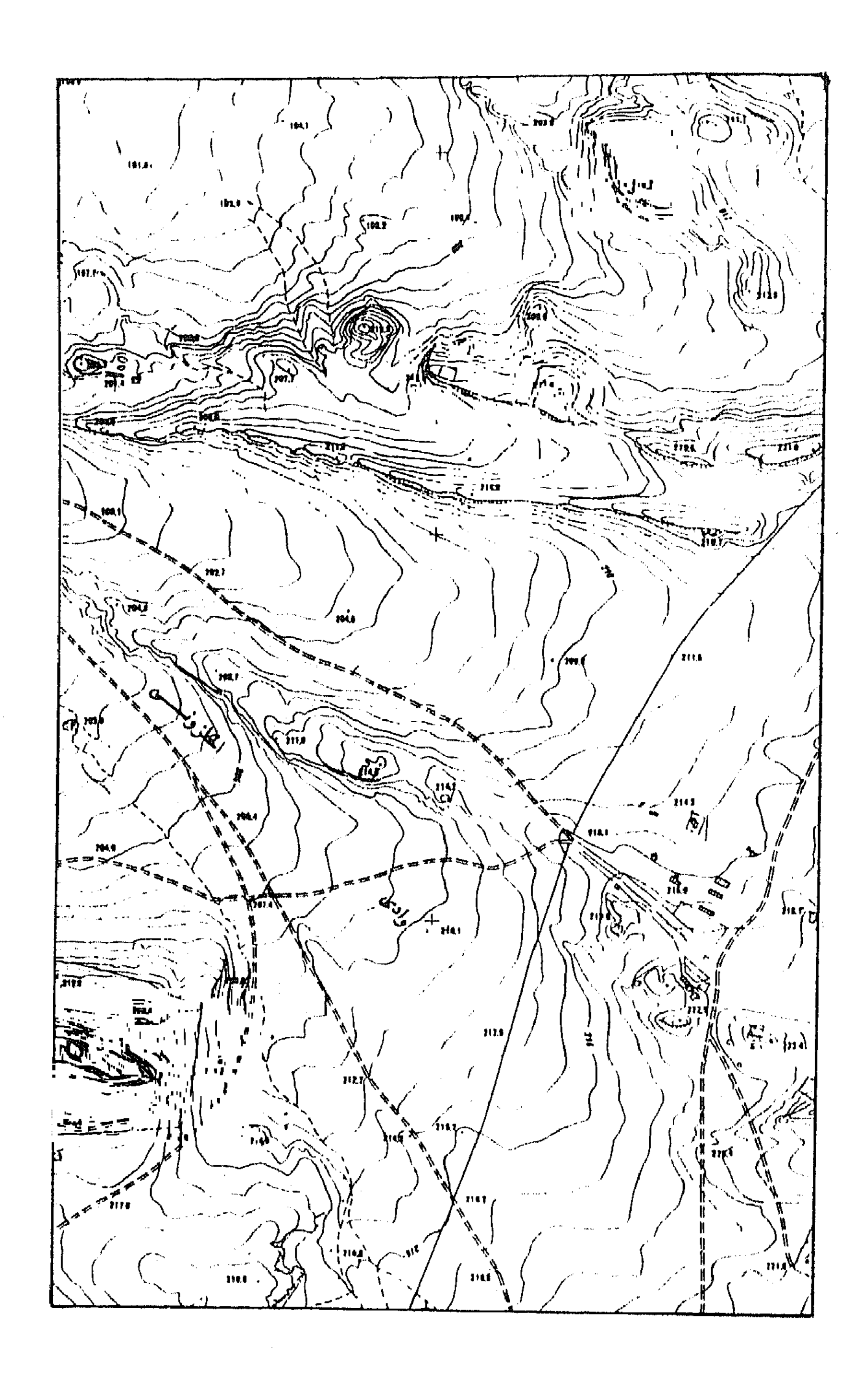
Fostoria
Roots
Reightown
Bellwood
(BM 1059)
McKnight
School
Antis

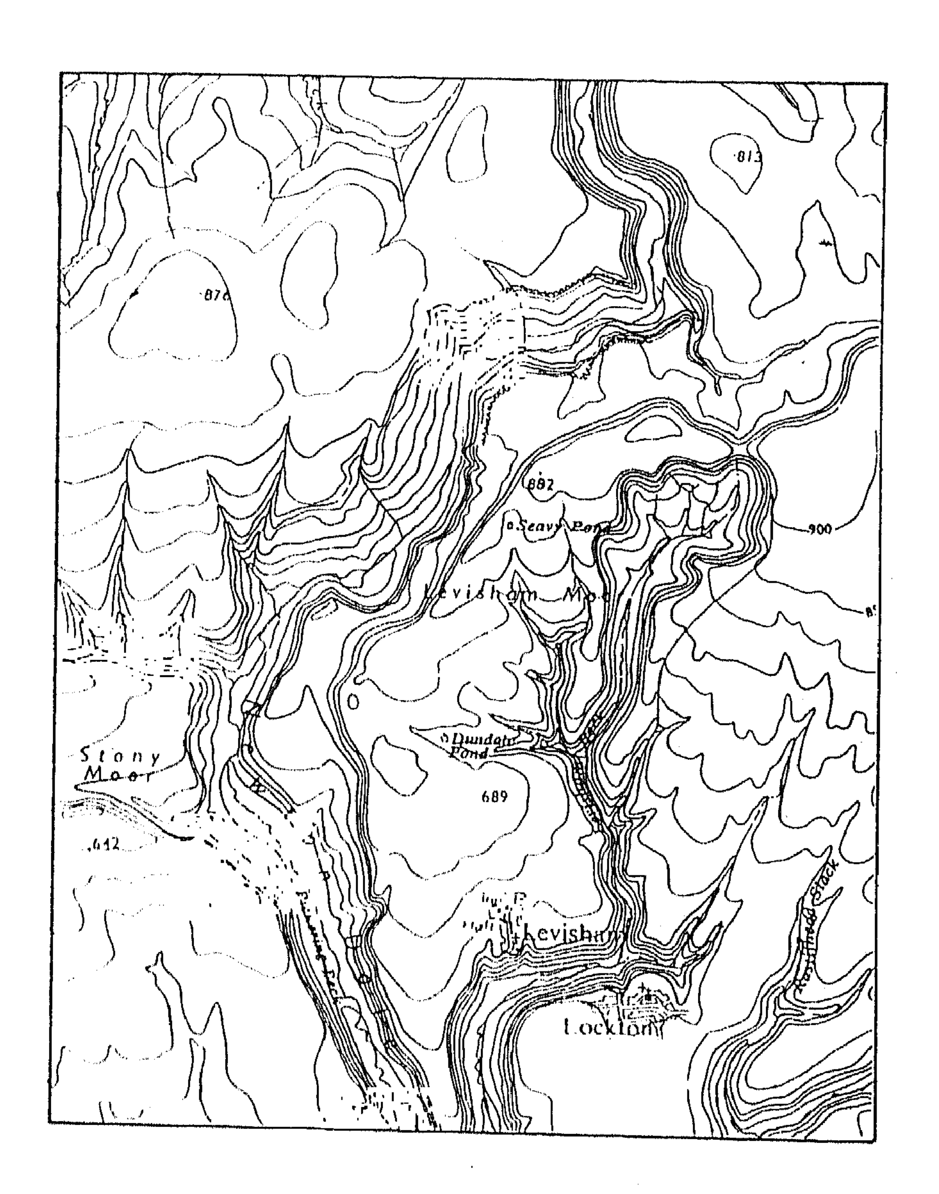

Gravel Pit
4700
4585
4600
5000
5140
Mount
5100
Nash
the Mountain
Point of
Gravel Pit
4900
Siphon
4700
4600
4700
4600

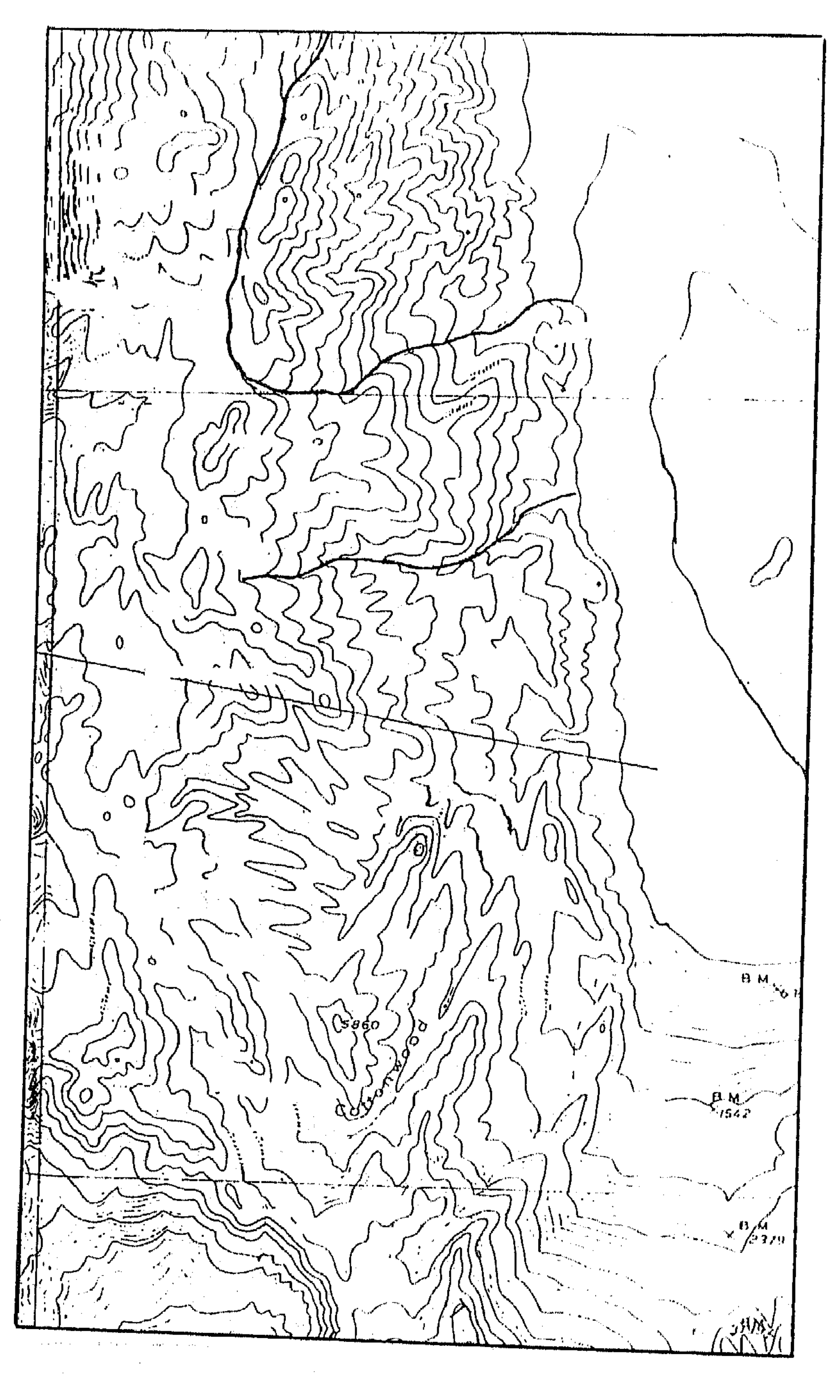


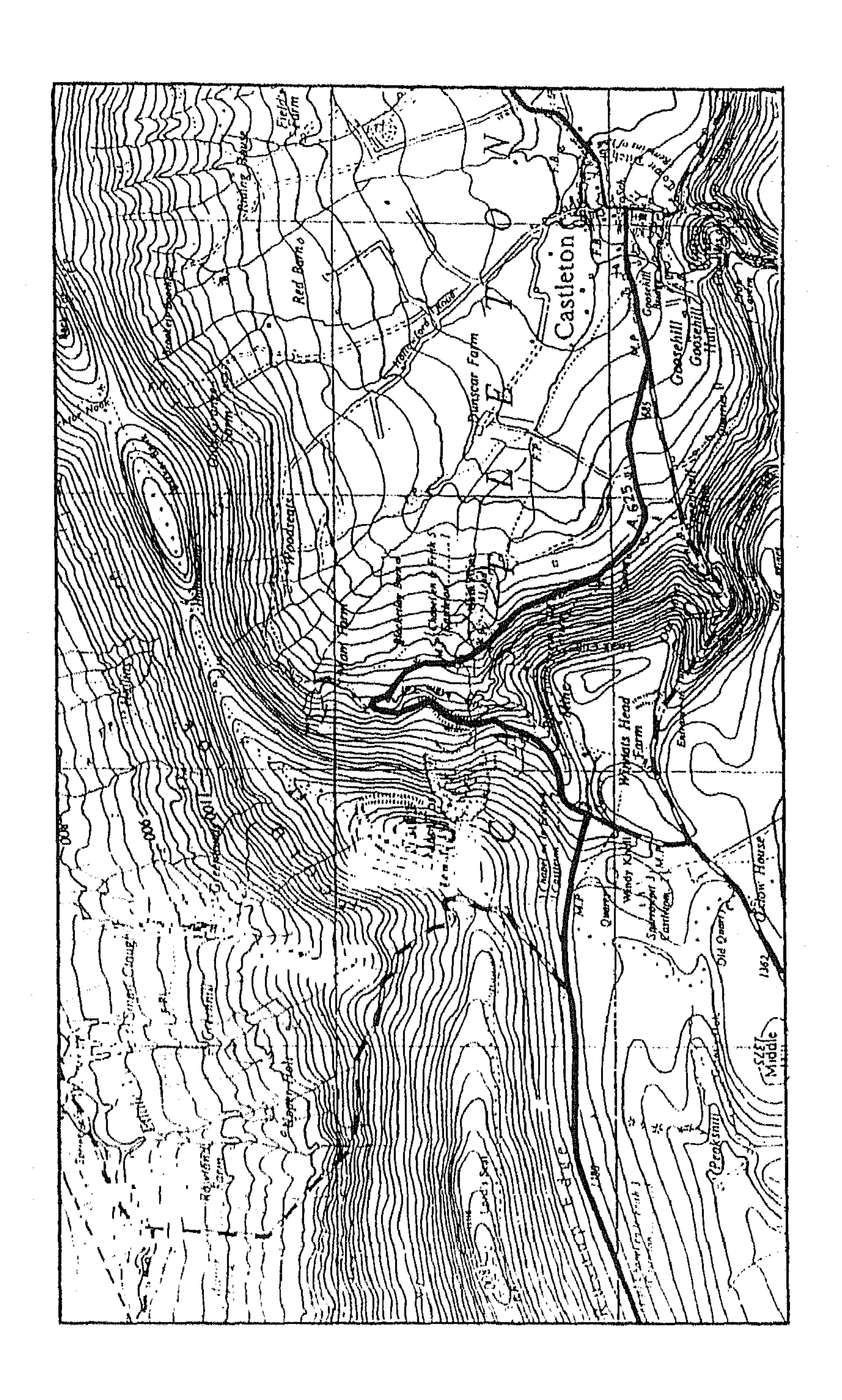
Ligne
Route
du
Pont






813
876
882
Seavy Pond
900
Levisham Mo
Dundale Pond
689
Stony
Moor
642
Levisham
Lockton


5860
B.M.
B.M.
1542
B.M.
2379
2 1 0 2 miles



Castleton
Dunscar Farm
Red Barn
A 625
Winnats Head Farm
Goosehill
Goosehill Hall
Woodseats
Old Quarry
Middle

المراجع الرئيسية

١- أحمد مصطفى (١٩٨٧) الخرائط الكنتورية- تفسيرها وقطاعاتاها- دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

٢- جوده حسنين جوده (١٩٨٠) معالم سطح الأرض، الإسكندرية.

٣- جوده حسنين جوده وآخرون (١٩٩١) وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، القاهرة.

٤- حسن سيد أبو العينين (١٩٨١) أصول الجيومورفولوجيا، الإسكندرية.

٥- حسن رمضان سلامة (١٩٩١) الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، مجلة الجمعية الكويتية، العدد ٤٣ .

٦- صفوح خير (١٩٩٠) البحث الجغرافى- مناهجه وأساليبه، الرياض.

٧- طه محمد جاد (١٩٨٤) تحليل الخريطة الكنتورية- بمفهوم جمرفلوجى- القاهرة.

٨- محمد السيد غلاب ويسرى الجوهرى (١٩٧٥) الجغرافيا التاريخية عصر ما قبل التاريخ- القاهرة.

٩- محمد صبرى محسوب (١٩٨٣) الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية- دراسة تحليلية بالرسوم والأشكال التوضيحية- القاهرة.

١٠- محمد صبرى محسوب (١٩٨٧) مورفولوجية الأراضى بمنطقة أبها الحضرية، الرياض.

١١- محمد صبرى محسوب (١٩٩٠) جغرافية الصحارى المصرية، الجزء الثانى (الصحراء الشرقية) دار النهضة العربية، القاهرة.

١٢- محمد صبرى محسوب (١٩٩١) جيومورفولوجية السواحل، القاهرة.

١٣- محمد صبرى محسوب (١٩٩٣) صحراء مصر الغربية دراسة فى الجغرافيا الطبيعية، القاهرة.

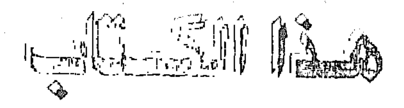
١٤- محمد صبرى محسوب (١٩٩٤) سواحل مصر- بحوث فى الجيومورفولوجيا- القاهرة.

١٥- محمود دياب راضى (١٩٩٤) الخرائط الطبيعية، القاهرة.

١٦- محمود محمد عاشور (١٩٨٣) التحليل المورفومترى لشبكات التصريف النهرى، المجلة الجغرافية العربية، العدد ١٥، القاهرة.

- **Cooke, R. U and Doornkamp,** J.C. (1978) Geomorphology in Environmental Management (An Introduction), London.
- **Curran, Etal (19) Atlas Of Landforms,**2 nd edition, New York.
- **Goodson, J. B and Morris,** J. A, (1971) The Contour Dictionary, London.
- **Meihoefer, H,J.,** (1961) The Utility Of The Circle As An Effective Cartographic Symbol The Condian Carltograpraphy, Vol,6. No2.
- **Said, R,** (1956) R emarks On The Geomorphology Of The Deltaic Coastal Plain Between Rossetta and Port Said, Soc, Geogr, Egypte, XXX1.
- **Sawyer, K.E,** (1978) Landscape Studies, London.
- **Schumm. S. A.** (1956) Evolution Of Drainage Systems and Slopes in Badland at Perth Ahnoby, New Jersy, Bull. Amer, Geol.
- **Smith, G. H.** (1735) Relative Relief Of Ohio, Geog, Rev, Vol,25.
- **Strahler, A. N,** (1965) The Earth Science, Haper and Row.
- **Taylor, G.** (1960) Geograply in The Twentieth Century, London.
- **Upton, W. P.,** (1970) Land Forms and Topographic Maps, New York.

فهرس الأشكال



الخريطة الكنتورية
قراءة وتحليل

يعرض هذا الكتاب لأشكال سطح الأرض الرئيسية التى توضحها الخريطة الكنتورية بالمعالجة التحليلية الدقيقة، وهو يتضمن معلومات چيومورفولوجية وكرتوجرافية عديدة اعتمدت على عدد كبير من الخرائط التى تعد أمثلة واقعية من مناطق مختلفة من مصر والعالم.

وقد جاءت هذه الدراسة متضمنة - بالعرض الكرتوجرافى - أشكال سطح الأرض المرتبطة بالبراكين والتراكيب الچيولوچية، وتلك الظاهرات الچيومورفولوچية المرتبطة بعمليات التعرية المختلفة، ومن ثم فإن هذه الدراسة تهدف فى المقام الأول إلى تعميق الفهم السليم لدى طلاب الجغرافيا والخرائط لما تحتويه الخريطة الكنتورية من ظاهرات مختلفة؛ وذلك بوسائل التحليل الكرتوجرافى والمورفومترى لمحتواها بجانب إبراز أهميتها فى المجالات الرئيسية للاستخدامات البشرية.